GP3

ISSN 0337 5587

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Centre de Recherches Antilles Guyane

françaises

AMÉLIORATION des PLANTES
19. AVR. 1979
VERSAILLES

NOUVELLES AGRONOMIQUES DES ANTILLES ET DE LA GUYANE

I.N.R.A.
UNITÉ CENTRALE

XIVe CONGRÈS

Société Intercaraïbe pour les Plantes Alimentaires

"CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY"

XIV th MEETING

TOME I

1977

INRA

NAA-20

Vol. 3 . N° 3/4

Guadeloupe Martinique Juin Juillet 1977

AVERTISSEMENT

Les membres de la CFCS ont été tenus au courant des difficultés accidentelles qui sont la cause du retard important de la publication de ces compte-rendus. Au cours des XVe et XVIe Congrès, au Surinam et à Santo Domingo, ils ont continué à nous faire confiance, et le Bureau de la Société a pu ajouter sa contribution financière à celles des donateurs mentionnés par ailleurs et à celle de l'INRA, qui a été essentielle.

Si je dois ici remercier les responsables de l'INRA, le personnel de notre secrétariat, du Service de Documentation, les correcteurs et autres assistants qui ont permis de surmonter les obstacles, c'est à tous ceux, membres de la CFCS ou non, participants au XIVe Congrès, qui attendaient cette publication et qui ont fait le succès de ce XIVe Congrès, que je dois adresser mes excuses en sollicitant une indulgence nécessaire. Ces compte-rendus sont tardifs et ils ne sont pas parfaits, ayant dû sacrifier à l'économie, notamment la présentation des discussions en séance et celle de la réunion du Groupe de Travail sur l'Igname.

Je souhaite que l'intérêt des communications ici réunies, qui, pour la plupart, demeure au delà de l'année de leur présentation, compense ces défauts et ravive, si besoin est, la croyance de tous à l'utilité de la Caribbean Food Crops Society pour les chercheurs, les agriculteurs dynamiques et les responsables de l'évolution agricole du Monde Caraïbe.

L.M. DEGRAS
Président (1976-1977) de la
Caribbean Food Crops Society

FORWORD

The members of the Caribbean Food Crops Society have been informed of the accidental difficulties which account for the important delay in the publication of these Proceedings. At the XVth and XVIth Meetings, in Surinam and in Santo Domingo, they remain confident, and the Board of Officers of the Society could add its financial contribution to those of the donators mentioned elsewhere and to the INRA one which had been essential.

If I have to thank the Director of INRA, the personnel of our secretary's office, the Service de Documentation, the proof readers and every assistant who have permitted to overcome the the difficulties, I must offer my excuses and request a necessary indulgence in respect of all those, members of CFCS or not participants to this XIVth Meeting, who was waiting for this publication and who had made of this XIVth Meeting a so successful one. These Proceedings are not perfect being obliged to sacrified to economy the presentation of the papers discussion and of the Yam Study Group meeting, among other topics.

I wish that the interest of the papers we gathered here, which, for most of them, goes far beyond their year of presentation, balances these defects and invigorates if needed, the belief of all in the benefit of the Caribbean Food Crops Society for the research workers, the dynamic farmers and responsible authorities in the agricultural evolution of the Caribbean World.

L. M. DEGRAS
President CFCS
(1976-1977)

C A R I B B E A N F O O D C R O P S
S O C I E T Y
(C F C S)
XIV th Meeting

Quatorzième Congrès
de la

SOCIETE INTERCARAIBE POUR LES PLANTES ALIMENTAIRES

Guadeloupe — *27 - 29 Juin*

Martinique — *30 Juin - 2 Juillet 1977*

Sponsored by
Organise par

L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (I.N.R.A.)

with the aids of
Avec les aides
de la

DELEGATION GENERALE A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
(D.G.R.S.T.)

and of the
et des

CONSEILS GENERAUX
CHAMBRES D'AGRICULTURE
DE LA GUADELOUPE ET DE LA MARTINIQUE

with the technical assistance of the following organisms
avec le concours technique des organisations suivantes

ORSTOM - IRFA - IRAT - CTGREF - DDA -

And the participation of Institutions of 15 Caribbean territories
Et la participation des Institutions de 15 pays de la Caraïbe

SOUS le PATRONNAGE de MM. LES PREFETS de la GUADELOUPE
et de la MARTINIQUE

Hôtel Arawak
Gosier - Guadeloupe

Hôtel Méridien
Trois Ilets - Martinique

BUREAU DE LA C.F.C.S.
OFFICERS

Président L.M. DEGRAS (Guadeloupe)

Vice-Président F. GABRIEL (Martinique)

Past-Président S.Q. HAQUE (Trinidad)

Membres

C.C. BARETT (Jamaïca)

T.U. FERGUSON (Barbados)

A.G. NAYLOR (Canada)

R.E. PIERRE (Jamaica)

F.B. SANDS (United States)

L.A. WILSON (Trinidad)

Secrétaire G.C. JACKSON (Puerto-Rico)

Trésorier G. SAMUELS (Puerto-Rico)

COMITE D'ORGANISATION DU XIVème CONGRES
Organizing Commitee of the XIVth Meeting

Animateurs *Leaders* MM. DEGRAS (I.N.R.A.) Président

GABRIEL (C.T.G.R.E.F.) Vice-Président

OUENSANGA (Chambre d'Agriculture Martinique)

Collaborateurs généraux
General collaborators

I.N.R.A. : MM. SALMON-LEGAGNEUR, DUMAS, KERMARREC, MARCHOUX, NAMORY, VIVIER, ZINSOU

O.R.S.T.O.M. : MM. GAUTHEYROU, TURENNE

I.R.F.A. : MM. DARTENUCQ, BARAER, LEFEBVRE

I.R.A.T. : MM. SOITOUT, DALY

D.D.A. : MM. LECCIA, TETARD, MAYEUX

Chambre d'Agriculture : M. BUFFON

MM. les Représentants des Préfectures

Organisation technique I.N.R.A. : MM. PAVOT, RECEVEUR (Guadeloupe)

Chambre d'Agriculture : M. DELAUNAY (Martinique)

Reprographie I.N.R.A. : Mme C. LENCREROT, M. ARISTIDE

Secrétariat I.N.R.A. : Mlle R. ACCIPE, Mme L. JEAN-PIERRE, Mlle C. MARQUET

Exposition I.N.R.A. - I.R.F.A. : M. SUARD

Comité des Dames : Mmes C. LENCREROT, A.M. PAVOT, L. NOMAL, GABRIEL (Martinique)
Ladies commitee

avec le concours de Mmes SALMON-LEGAGNEUR, BARAER, XANDE.

REPERTOIRES DES INSTITUTIONS PRESENTANT DES COMMUNICATIONS

INDEX OF THE INSTITUTIONS PRESENTING COMMUNICATIONS

=:=:=:=:=:=:=:=:=

A.E.S.	Agricultural Experiment Station Ministry of Agriculture, Suriname
C.A.R.D.I.	Caribbean Agricultural Research and Development Institute
C.D.B.	Caribbean Development Bank
C.E.M.S.A.	Centro de Mejoramiento de Semillas Agamicas, Cuba
C.I.B.C.	Commonwealth Institute of Biological Control
C.A.R.I.R.I.	Caribbean Industrial Research Institute, Trinidad
C.R.A.A.G.	Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane (I.N.R.A.), France
C.T.G.R.E.F.	Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts, France
F.A.O.	Food and Agriculture Organization
I.I.C.A.	Instituto Inter Americano de Ciencias Agricolas - Organisacion de los Estados de las Americas
I.N.R.A.	Institut National de la Recherche Agronomique, France
I.R.A.T.	Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières France
I.R.F.A.	Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes, France
I.S.A.	Instituto Superior de Agricultura - Dominican Republic
M.A.R.D.	Ministry of Agriculture Research Department, Jamaïque
O.R.S.T.O.M.	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, France
P.V.	Service de la Protection des Végétaux, Ministère de l'Agriculture, France
S.A.F.E.M.	Société d'Assistance de Formation et d'Etudes de la Martinique
S.D.A.	Service Départemental d'Agronomie - Ministère de l'Agriculture, France
S.U.A.D.	Service d'Utilité Agricole et de Développement, France
U.M.L.	Université de Marseille - Luminy, France
U.P.R.	University of Puerto-Rico
U.W.I.	University of the West-Indies

DONATIONS DE SOUTIEN RECUES DE
Substainers Donations aknowledged from

- Caisse Régionale de Crédit Agricole Mutuel de la Guadeloupe

GUADELOUPE
Hôtel Arawak - Gosier

DIMANCHE 26 JUIN 1977

Sunday

Cocktail d'accueil informel à l'hôtel
Informal welcome coktail

LUNDI 27

Monday

pages

Inscriptions

Sessions d'Ouverture

Opening session

Président de séance
Chairman L. DEGRAS, Président C.F.C.S.

Monsieur le Préfet de la Guadeloupe
Monsieur le Directeur Départemental de l'Agriculture de la Guadeloupe
Monsieur l'Administrateur du Centre INRA des Antilles et de la Guyane
114 Dr G.C. JACKSON UPR, A.E.S.
in memoriam Dr BOND

Session 1

Président de Séance
Chairman A.M. PINCHINAT, I.I.C.A., S.D. Dominican Republic

119 G. ANAIS (INRA) - J.C. BACHOU (SDA) - J.J. BARAER (IRFA)- M. BUFFON
L. DEGRAS (INRA) -
Recherche et Développement en Guadeloupe.

137 J. CROPPER - R.A.I. BRATHWAITE, U.W.I., Trinidad
An evaluation of one approach to the promotion of agricultural development in Trinidad and Tobago : The Texaco Food Crops Farm.

T.U. FERGUSON C.D.B., BARBADOS
The small farmer and the future of Caribbean agriculture. (Oral présentation - ... paper)
Discussion

Session 2

Président de séance
Chairman G. SAMUELS U.P.R., Puerto-Rico

165 J.A. SPENCE U.W.I., Trinidad
A plan for regional testing pigeon pea varieties.

169 J. CROPPER U.W.I., Trinidad
An approach to the determination of reseach priorities in crop production : a case study of vegetables in Trinidad and Tobago.

177 R. ARISTIDE, I.N.R.A., Guadeloupe
AGRINTER : Système d'information Agricole pour L'Amérique Latine et la Caraïbe.

Discussion

Session 3

Président de séance
Chairman L.A. WILSON, U.W.I., Trinidad

188 R. PEREZ-ESCOLAR, M.A. LUGO-LOPEZ, U.P.R. Puerto-Rico, H. TALLEYRAND, T.W. SCOTT, Cornell University, U.S.A.
Utilization of nitrogen from crop residues in Oxisols and Ultisols.

192 J.F. TURENNE, O.R.S.T.O.M., Martinique
Matières organiques et stabilité structurale en vertisols irrigués. Organisation du système humique.

204 G. SAMUELS, U.P.R., Puerto-Rico
The response patterns of Bananas and plantins to common fertilizer levels.

209 M. CLAIRON, I.N.R.A., Guadeloupe
Réactions du Vigna au chaulage.

216 P. DALY, I.R.A.T., Martinique
Premières observations concernant certaines anomalies de développement de quelques espèces légumières sur ferrisols du Centre et sur vertisols du Sud de la Martinique.

228 P. DALY, I.R.A.T., Martinique
Informations concernant l'alimentation minérale de l'Aubergine aux Antilles.

Discussion

Coktail offert par le Comité d'Organisation du XIVème Congrès
Cocktail on behalf of the Organizing commitee of the XIV th Meeting
Arawak Hotel

MARDI 28
Thuesday

Session 4

Président de Séance
Chairman

239 M. VIVIER, I.N.R.A., Guadeloupe
Gestion technique d'un troupeau laitier en zone tropicale humide.

256 J.M. KEOGAM, C.S.I.R.O., Australia, C.L. DEVERS, U.W.I., Antigua
Pastures grasses and legumes for drier parts of the Caribbean.

273 A. XANDE, M. VIVIER, I.N.R.A., Guadeloupe
Valeur alimentaire et intérêt de trois graminées : *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria tanner* et *Digitaria swazilandensis*, pour les zones tropicales humides.

283 Y. DUMAS, M. VIVIER, I.N.R.A., Guadeloupe
Les Sorghos fourragers de type hybride (Sorgho x Sudan-grass) un moyen d'intensification des productions bovines.

291 F. GEOFFROY, I.N.R.A., Guadeloupe
Les déchets de banane dans l'alimentation des capins laitiers en zone tropicale humide.

303 M. CHENOST, F.A.O., Roma
Nouvelles ressources fourragères et problèmes de développement.

Discussion

Session 5

Président de séance
Chairman M. CHENOST, F.A.O., Roma

310 I. CANOPE, J. LEDIVIDICH, F. HEDREVILLE, I.N.R.A., Guadeloupe
Influence d'un traitement technologique sur la valeur alimentaire de la banane.

323 M. JEAMBOU, C.T.G.R.E.F., Martinique
Distribution mécanique de la banane en élevage porcin.

331 I. CANOPE, J. LEDIVIDICH, F. HEDREVILLE, I.N.R.A., Guadeloupe
Le son dans l'alimentation du porc.

338 J.Cl. HONORE et M. JAMBOU, C.T.G.R.E.F.
Utilisation des eaux grasses dans l'alimentation porcine.

Discussion

344 P. LENCREROT, I.N.R.A., Guadeloupe
Effets de l'époque et de la densité du semis chez deux variétés de *Soja Glycine max*. placées dans des conditions pédoclimatiques différentes.

Discussion

Session 6

Président de séance
Chairman T.U. FERGUSON
C.D.B. Barbados

360 E.B. HOLMES, L.A. WILSON, U.W.I.
Trinidad
The relationship between quantitative shoot morphology and the development of individual leaves in six trinidian *Cassava manihot esculenta* c. cultivars.

Visite du
Visit of the

Domaine de Gardel

pour les spécialistes
de l'élevage

for the animal husbandry specialists

377 A.H. WAHAB, P.F. ROBINSON, I. HASSAN, I.I.C.A., Jamaica
Mechanized planting of cassava stem cuttings on peats and peaty clays in Guyana.

Discussion

387 L. DEGRAS, R. POITOUT, C. SUARD, I.N.R.A., Guadeloupe
Croissance et Développement de l'Igname *Dioscorea alata*.

396 L. DEGRAS, A. VAUTOR, R. POITOUT, R. ARNOLIN, C. SUARD, IN.R.A. Guadeloupe
Croissance et développement de l'Igname *Dioscorea trifida*.

404 G. DUCET, U.M.L., France
Respiration de l'Igname

413 S.H. MANTELL, C.A.R.D.I., Barbados
Three rapid propagation methods for multiplication of *Dioscorea alata* L. clones.

Discussion

Session 7

Président de séance
Chairman F.A. DEL PRADO
A.E.S., Surinam

428 A. MIGLIORI, I.N.R.A., Guadeloupe
Maladies à virus de l'Igname *Dioscorea sp.*

436 G. MARCHOUX, I.N.R.A., Guadeloupe
Virus des plantes alimentaires en zone caraïbe.

Discussion

455 A. KERMARREC, C. SCOTTO LA MASSESE
A. ANAIS, I.N.R.A., Guadeloupe et France (Antibes)
Nématodes phytophages liés aux principales cultures vivrières des Antilles Françaises

473 G. MALATO, A. KERMARREC , J.M. TROUP
P.V. et I.N.R.A., Guadeloupe
Données biogéographiques nouvelles sur l'invasion de la Guadeloupe par *Acromyrmex octospinosus* et perspectives de contrôle.

Visite du

Visit of the

Domaine

de

Gardel

pour les

for the

spécialistes

de

husbandry

l'élevage

specialists

493 M. YASEEN, C.I.B.C., Trinidad
Preleminary studies in the development of a pest

502 P. DELATRE, J.P. TORREGROSSA,
I.N.R.A. Guadeloupe
Bases écologiques d'un programme de lutte contre le trips de la rouille du babanier : *Chaetanaphothrips signipennis*.

509 M. YASEEN, C.I.B.C., Trinidad
Establishment of two introduced parasites of *Plutella xylostella* in Trinidad, W.I.

Visite du
Visit of the

Domaine de Gardel

pour les spécialistes de l'élevage

for the animal husbandry specialists

MERCREDI 29

Wednesday

Visite en GUADELOUPE

- I.N.R.A., Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane

- Exploitations maraîchères - *Vegetable farming*

- Déjeuner (Basse-Terre ou Saint-Claude)
Lunch

- I.R.F.A., Domaine de Neuf Château.

-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-

Communications supplémentaires
Supplementary communications

513 A.C. BREWER , C.A.R.D.I., Barbados
Beyond the randomized complete block : new statistical concepts for the design and analysis of field experiments.

523 Ronald M. BARROW, Ministry of Agriculture, Trinidad.
Insect fauna of sorrel *(Hibiscus sabdariffa)*

525 L. AGENOR, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Haïti.
Notes de recherches sur le Maïs en Haïti.

MARTINIQUE

Hôtel Méridien - Trois Ilets

JEUDI 30 JUIN 1977

Thursday

Session 8

Président de séance
Chairman G. GABRIEL, Vice-Président C.F.C.S.

Allocution d'accueil
Welcome message

M. le Président de la Chambre d'Agriculture de la Martinique

535 AUDINAY, SUAD, DES ETAGES, SAFEM, Martinique
Problèmes de commercialisation des productions maraîchères et fruitières à la Martinique.

545 R.H. WALTER, Cornell University U.S.A.
Yam processing technology.

549 A. RODRIGUEZ NODALS, C.E.M.S.A., Cuba
Comparative studies of Sweet Potatoe *Ipomea batatas* clones of Cuba and Guadeloupe.

553 G. MANGUAL-CRESPO, U.P.R., Puerto-Rico
Effect of plant spacing and fertilizer levels on yield and dry weight of onions *Allium cepa* L. cv. Texas Grano 502.

Discussion.

Session 9

Président de séance
Chairman J.A. SPENCE, U.W.I., Trinidad

558 M. LUGO-LOPEZ U.P.R., Puerto-Rico
Effects of planting distance on yields and agronomic characteristics of Red Kidney and native White Beans on an oxisol.

564 A. AZAEL, I.I.C.A., Haïti
Quelques recherches sur les Haricots en Haïti.

569 H. TOUVIN, P. LENCREROT, I.N.R.A., Guadeloupe
Aspects génétiques et agronomiques de l'amélioration du rendement du *Vigna unguiculata*.

589 S.F.THOMAS, C.A.R.D.I., Trinidad
A model for programming the harvest of wet-season, yellow mature black-eye peas.

608 R.P. ARIYANAYAGAM, U.W.I., Trinidad
Breeding for year round production of Pigeon Peas.

Discussion.

Session 10

Président de séance
Chairman M. LUGO-LOPEZ, U.P.R., Puerto-Rico

615 P. DALY, M. SOITOUT, I.R.A.T., Martinique, F. KAAN, I.N.R.A., Guadeloupe
Développement de l'Aubergine aux Antilles Françaises : application des résultats de la recherche.

622 F. KAAN, I.N.R.A., Guadeloupe
Etat actuel et perspectives de l'utilisation de la résistance variétale pour lutter contre le flétrissement du à *Pseudomonas solancearum* chez la Tomate.

626 G. ANAIS, I.N.R.A., Guadeloupe
Pollinisation des Solanées maraîchères.

629 J.P. TORREGROSSA, I.N.R.A., Guadeloupe
Différenciation morphologique des soies scopales des pattes postérieures d'*Exomalopsis sp. (Apoïdea, Anthophoridae)* Etude au microscope électronique à balayage.

Discussion.

Session 11

Président de séance
Chairman J.F. TURENNE, O.R.S.T.O.M., Martinique

636 Dr G.C. Jackson, U.P.R., Puerto-Rico
Photography as a weed research aid.

639 P. DALY, I.R.A.T., Martinique
Problèmes posés par la lutte contre les adventices des cultures légumières en Martinique.

647 Dr G.C. JACKSON, U.P.R., Puerto-Rico
Secondary evaluation of new preemergence herbicides on Cabbage.

652 P. DALY, I.R.A.T., Martinique
Etude de quelques variétés de Choux Cabus.

Discussion.

659 F.E. CUEVAS-PEREZ, I.S.A., Santo-Domingo
Agronomic evaluation of Wheat production in the Dominican Republic.

668 Y. BERTIN, J.P. BLONDEAU, M. DORMOY, I.R.F.A., Martinique
Premiers résultats d'une étude d'analyse foliaire sur l'Avocatier "Lula" à la Martinique.

670 J.P. BLONDEAU, Y. BERTIN, I.R.F.A., Martinique
Carences provoquées en éléments majeurs chez la Grenadille *Passiflora edulis Sims*, "Flavicarpa".

Discussion.

Banquet de clôture, sous la Présidence de M. le Préfet de la Martinique.

VENDREDI 1er JUILLET 1977

Friday

Réunion du groupe de travail Igname
Yam study group Meeting C.F.C.S. - I.S.T.R.C.

Visite en MARTINIQUE :

- I.R.A.T., Lamentin
- Exploitation maraîchère
  Vegetable farming DE REYNAL (Vauclin)
- Station d'Irrigation (Sainte-Anne)
- Banane
- Elevage

SAMEDI 2 JUILLET 1977

Saturday

Session 12

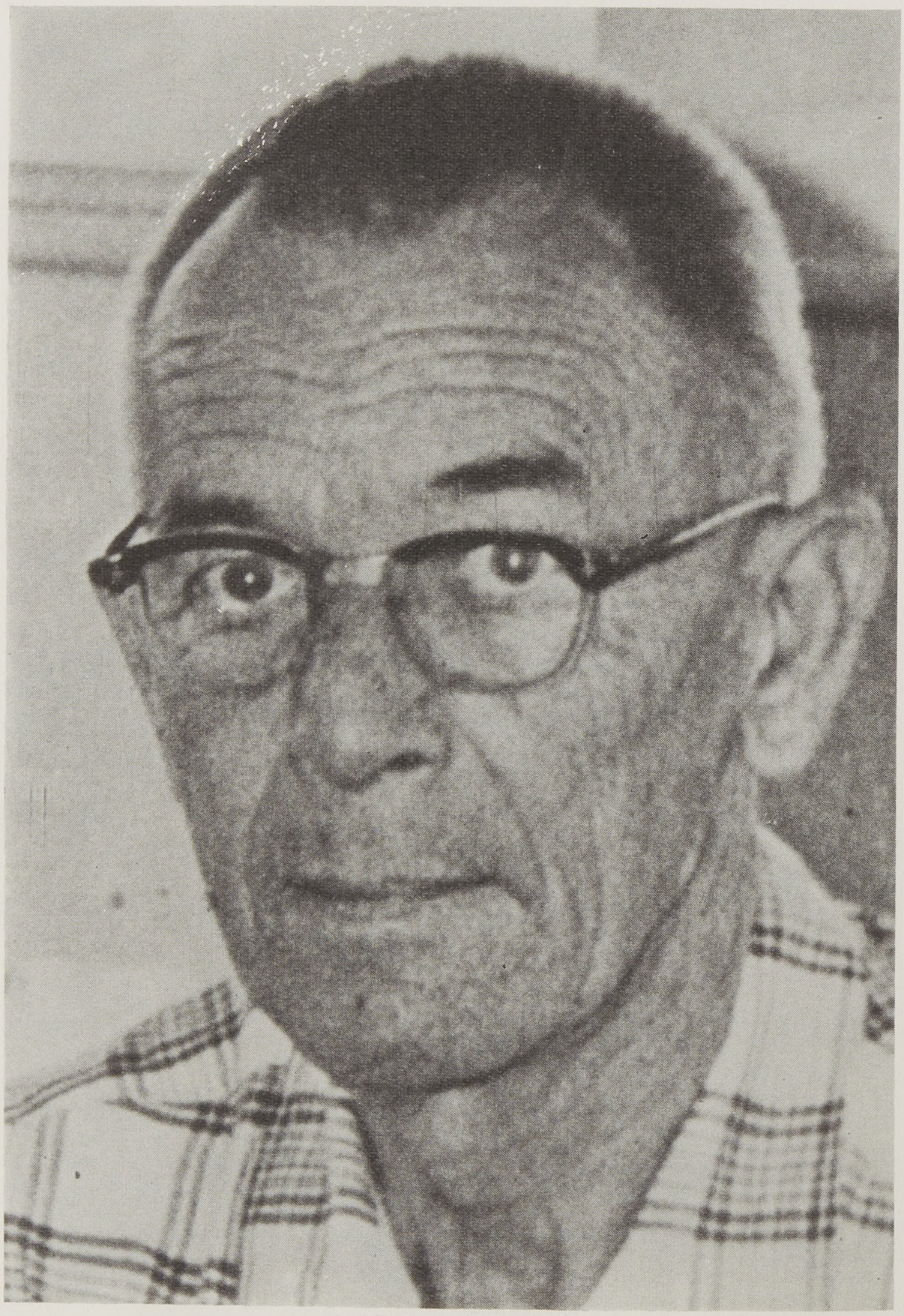
Allocution du Président
Presidential Adress L. DEGRAS

Session Administrative — *Business session*

Président de séance :
Chairman L. DEGRAS

Ordre du Jour : — *Agenda :*

- Procès verbal du précédent Congrès — Minutes of last
- Rapport du Secrétaire — Secretary's Report meeting
- Rapport du Trésorier — Treasurer's Report
- Rapport des Commissions — Report of Subcommitees
- Election des membres du Bureau — Election of Officers
- Tenue du prochain Congrès — Venue of Next Meeting
- Questions diverses — Any other business.



Richard M. Bond, Ph. D.
From a photograph taken in Barbados, Oct., 1964

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 114-118, 1977.

Richard M. Bond 1903-1976

George C. Jackson °

BOND, Dr Richard Marshall, P.O. Box 166, Kingshill, St Croix, U.S. Virgin Islands 00850. Specialty : ZOOLOGY, Born, New York, N.Y. on November 5, 1903. Married, 1931 & 1956. Children, 4. Ph. B. (English Literature), Yale, 1926. Ph.D. (Zoology, botany anatomy), Yale, 1932. Assistant biologist, Yale, 1928-1930. Bishop Museum Fellow, 1930-1931. Instructor, Biology, 1932-1933. National Research Fellow, 1933-1934. Teacher Santa Barbara School, 1934-1935. Associate Wildlife Technican, National Parks Service, 1935-1938. Regional biologist, Soil Conservation Service, U.S. Dept. Agriculture, 1938-1951. Director, Land & Water Development Program, Virgin Islands Corporation, 1952. Agriculturist-in-Charge, Virgin Islands Agricultural Program, Agricultural Research Service, 1953-1967, (retired). INDEPENDENT CONSULTANT, in biology, soils & tropical agriculture, 1967-. He was leader of the Memorial Expedition, Hispaniola, 1933-1934. A Fellow of the American Association for the Advancement of Science. Member of : American Society of Mammalogists, American Ornithological Union, Cooper Ornitholocigal Society, Wilson Ornithological Society, Caribbean Food Crops Society President, 1963). Areas of professional interest : geographic distribution of animals, taxonomy of Falco, and ecology of crops.

The above item, taken from American Men of Science (1951, 1969, 1970), regrettably, needs only one more entry to be complete ; died September 25, 1976. It should also be noted that he was an American School of Prehistoric Research Scholar, and a Woods Hole Ocenaographic Institute Fellow. Member of : The Society of Sigma Xi, The New York Academy of Sciences, The American Institute of Biological Sciences, The Soil Conservation Society and The Range Management Society.

We who live in the Caribbean remember Dr. Richard M. Bond for much more than can ever be included in such a brief but complete *curriculum vitae*. He was an ecologist, long before it became a household word, constantly aware of, and oriented to the environment about us. He was a man who resisted the change of the of the land. Richard was responsible, directly or indirectly in stimulating the interest that has saved or restored many of the Historical landmarks in the Virgin Islands.

During his tenure with the Virgin Islands Corporation, he was instrumental in the initiation of the present activities of the U.S. Forestry Service, which has resulted in many of acres of mahogany and other tree species that grace the landscape of the Virgin Islands today.

(°) Associate Horticulturist, Agricultural Experiment Station, Univ. of Puerto Rico, Mayaguez Campus, Rio Piedras, P.R.

Dr. Bond's interest in botany was varied. His adeptness at orchid growing commanded the respect of fellow orchidists, and he was considered a formost authority both at home and abroad. He was a staunch supporter for the establishment of the Botanical Gardens in the Virgin Islands.

As Officer-in-Charge of the V.I. Agricultural Program, he and his staff were responsible for the introduction of many excellent tropical fruit varieties, new & improved vegetables, forage & pasture grasses, sugar cane, and the establishment of one of the most comprehensive root crop collections in the Caribbean at that time.

Richard Bond was a founding member, and Chairman of the committee that established the Caribbean Food Crops Society. At this same meeting he was elected its first President. He was active in the Society affairs for many years, always avoiding the limelight, offering sound counsel, and making numerous contributions towards its present development. (°°)

Dr Bond was ordained to the Ministry of Priest in the Anglican Church.

After his retirement as a public servant, he remained active as an independent consultant, and continued to render invaluable service to the Industrial and Scientific communities.

He was a Research Associate at the Caribbean Research Institute, The College of the Virgin Islands, were he had also taught courses on the History of the Virgin Islands, History of the Caribbean ; lectured and held seminars on Human Genetics, West Indian Geology and Horticulture.

His work had taken him to many places, to name a few : Barbados, Curacao, Puerto Rico, Jamaica, Brazil, Martinique, Guadeloupe, Venezuela, St. Vincent, Saba and Montserrat. His last job took him to the South Pacific, where he was a land management consultant on a five man team. There he became so ill, that he had to retire from the expedition and return to San Francisco, Calif. When well enough to travel again, he returned to St. Croix. His health continued to fail him for some time, and finally he had to be hospitalized. A week later Dick passed away on a Saturday morning at the Charles Harwood Hospital in Christianstead, and he lies buried in the Family Cemetery at his beloved Estate Bellvue.

(°°) The establishment of the Caribbean Food Crops Society took place during the morning of May 3, 1963, at the Central Secretariat of the Caribbean Organization, Hato Rey, P.R. Listed alphabetically the twelve founding members are : Francisco Aponte Aponte, Carlos Aponte Moran, Hassan Azzam, Richard M. Bond, Carlos D.Acosta Colorado, C.P. Erskine-Lindrop, A. Dek. Frampton, Miguel A. Gonzalez Flores, G.C. L. Gordon, Arnold Krochmal, Jorge Mejia Mattei, and Hugh C. Miller.Others present were : The Secretary-General, Mr. C.F. Beaureguard, and Mr. A.J. Seymour.

BIBLIOGRAPHY OF RICHARD M. BOND

1. A note on the blood of the Hag-Fish, *Polistotrema stouti* (Lockingham) 1932.(with M.K. Cary and G.E. Hutchinson).
2. A contribution to the study of the natural food cycle in aquatic environment with particular consideration of micro-organisms and dissolved organic matter. Bull. Bingham Oceanogr. Coll. 4(4) : 1-86, 12 fig. 1933.
3. Report on phyllopod *Crustacaea, (Anostraca, Notostraca* and *Conchostraca)* including a revision of the Anostraca of the Indian Empire. (Yale North India Expedition). Mem. Connecticut Acad. Arts Sci. 10 : 29062. 19 fig.
4. Digestive enzymes of the pelagiccopepod, *Calanus finmarchicus*. Biol. Bull. 67(3): 461-65. 1934.
5. Investigations of some Hispaniolan Lakes, (Dr. R.M. Bond's Expedition)II. Hydrology and Hydrography. Arch. Hydrobiol. 28 (1) : 137-61. 1 pl. 7 fig. 1935.
6. Eating habits of falcons with special reference to pellet analysis. Condor 38(2): 72-6. 1936.
7. From field an study. Condor 38 (3) : 118-26. (With J.V. Sefton Jr., et al).
8. Food organisms for marine and halobiont animals ; a method for rearing *Artenia salina* ; Notes on the cultivation of *Tigriopus fulvus* and *Calanus finmarchicus*. Culture methods for invertebrate Animals. 134-135 ; 205-206 ; 224-226. Comstock Publ. Co., Ithaca, N.Y. 1937.
9. Raptorial birds in the cliff areas of Lava Beds National Monument California. Condor 39 (3) : 97-102. 1937. (with J.S. Dixon).
10. Rodents and soil conservation. Soil Conserv. 4 : 220-223. 1939.(with A.E.Borell).
11. Observations on raptorial birds in the lava beds - Tule lake region of Northern California. Condor 41 (2) : 54-61. 1 fig. 1939.
12. Coyote food habits on the Lava Beds National Monument. J. Wildlife Manage.3(3) : 180-98. map. 1939.
13. Notes on Sorex merriami Dobson. Jour. Mamml. 20 (3) : 348-51. 1939. with S. B. Benson).
14. A Goshawk nest in the upper Sonoran Life-zone. Condor 42(2):100-3. 3 fig. 1940.
15. Birds of Anaho Island, Pyramid Lake, Navada. Condor 42 (5) : 246-50.(with 4 fig) 1940.
16. Second-year plumage of the Goshawk. Auk 58 (3) : 346-9. 4 fig. 1941.(with R.M. Stabler).
17. Invasion of a protected area by exotic plants. Sci. Month. 53 (5) : 470-72. 1 fig. 1941. (with A.M. Wallace).
18. From field and study. Condor 43 (5) : 246-51. map. 1 fig. 1941. (with L.W.Walker et al).
19. Prarie falcon *(Falco mexicanus)* food habits. Condor 44 (2) : 79-80. 1942.
20. Banding records of California broun pelecans. Condor 44 (3) : 116-21. map. 1 fig. 1942.

21. Food of the burrowing Owl *(Speotyto conicularia)* in western Nevada. Condor 44(4): 183. 1942.

22. White-tailed kites feeding on house mice. Condor 44 (5) : 231-2. 1942.

23. Development of young Goshawks. Wilson Bull. 52 (2) : 81-8. 1 fig. 1942.

24. A convenient method of photographing small mammals. Journ. Mamnl. 23 (2) :183-6. 4 fig. 1942.

25. Deenweed. Soil Conserv. 7 (10) : 264. 1942.

26. Variation of western sparrow hawks. Condor 45 (5) : 168-85. 1943.

27. Ramps for escape of wildlife from stocktrough. Jour. Wildlife Manage. 7(1) : 123. 1 pl. 1943.

28. What happens to trained hawks ? Amer. Falconer. 2 (3) : 7-11. 1943.

29. Notes on hawk diseases. Amer. Falconer. 2 (3) : 14-6. 1943.

30. Sneaking up on weeds. Soil Conserv. 9 (9) : 209-11. 1944.

31. A record of the snowy Owl in southern California. Condor 47 (5) : 217. 1945.

32. Range rodents and plant succession. Trans. North Amer. Wildlife Conf. 10:229-34. 1945.

33. The Peregrine population of western North America. Condor 48 (3) : 101-16 maps. 3 fig. 1946.

34. The breeding habits of Thomomys bottae in Orange County, California. Jour. Mammal. 27 (2) : 172-4. 1946.

35. A problem of "Antler room". Soil Conserv. 11 (7) : 161-6. 1946. (With P.M. Scheffer).

36. Method of correlating soils with Douglas fir site quality. Jour Forest. 46 (11): 835-41. 1948. (with W.W. Hill and A. Arnst).

37. Characteristics of the Gyrfalcons of the Bering Sea area. Condor 51 (5) : 228-29. 1949.

38. Soil conservation and the pollination problem. Ann. Rpt. of the State Apiarist (Iowa) for 1949. 122-24. Des Moines, Iowa. 1950.

39. Pigeon hawk catching dragon flies. Condor. 53 (5) : 256. 1951.

40. The cattle egret in Jamaica, British West Indies. Condor 59 (1) : 269. 1957.

41. Noted on a colony of *Brachyphylla cavernarum*. Jour. Mammal. 39 (1) 150. 1958. (with G.A. Seaman).

42. Pangola grass (*Digitaria decumbens Stent*) in the American Virgin Islands. Trop. Agric. 36 (2) : 130-47. 1959. (with A.J. Oakes & O. Skov).

43. Home vegetable gardens for the Virgin Islands. Caribbean Agric. 1 (1) : 19-26. 1962. (with A. Krochmal and A.L. Frederiksen).

44. Papaya production in the Virgin Islands. Caribbean Agric. 1 (2) : 67-72. 1963. (with A. Krochmal and A.L. Frederiksen).

45. Pickling cucumber production studies in the U.S. Virgin Islands. Caribbean Agric. 1 (4) : 303-16. illus. 1963. (with A. Krochman & A.L. Frederiksen).

46. Pineapple studies in the Virgin Islands. Ceiba 11 (2) : 82-89. 1965. (with A. Krochmal and A.L. Frederiksen).

47. Deer and cattle fever ticks. Jour. Wildlife Manage. 30 (1) : 202-3. illus. 1966. (with R.L. Park, et al).

48. Avocados in St Croix, U.S. Virgin Islands. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 52 : 139-144. 1968. (with A.L. Frederiksen.)

49. The insect fauna of St Croix, U.S. Virgin Islands. Sci Surv. of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. N.Y. Acad. Sci. 13 (1) : 1-114. 1970. (with G.W. Miskimen).

ACKNOWLEDGMENTS

The autor wishes to express his gratitude to Mrs. Edith Gereau Bond, Kingshill, St Croix, for the many helpful suggestions, and for reading the manuscript. Special thanks are also due to Mr George A. Seaman, Windward Side, Saba N.A. and to Dr. Frank H. Wadsworth, Rio Piedras, P.R.

LITTERATURE CITED

1. (1955). American Men of Science, a biographical directory, Edited by the Jaques Cattell Press. eleventh edition. Vol. A-C. p. 489. R.R. Bowker Co. New York,N.Y.

2. (1969). American Men of Science, a biographical directory, Edited by the Jaques Cattell Press. supplement 5. p. 72. R.R. Bowker Co. New York, N.Y.

3. (1970). American Men of Science, a biographical directory, Edited by the Jaques Cattell Press. supplement 6. p. 67. R.R. Bowker Co. New York, N.Y.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 119-136, 1977.

LIAISON RECHERCHE-DEVELOPPEMENT EN GUADELOUPE

G. ANAIS (°) - J.C. BACHOU (°°) - J.J. BARAER (°°°)

M. BUFFON (°°°°) - L. DEGRAS (°)

INTRODUCTION

Le concept de développement a pris tout son sens et son importance au cours des vingt dernières années et tout particulièrement en France, il a peu à peu éliminé le terme de vulgarisation en matière agricole. Son contenu est d'ailleurs bien plus vaste que celui de vulgarisation. De la vulgarisation scientifique, il garde la motivation de mettre à la portée d'un utilisateur de faible niveau technique les résultats de la recherche. Mais il intègre la réalisation des aménagements (tant conceptuels que techniques) des résultats expérimentaux, nécessaires à l'obtention de résultats pratiques mesurables à travers une évolution dans le secteur professionnel et dans la production en jeu.

L'individualisation du développement dans la chaine des processus d'assimilation des techniques en agriculture a conduit les responsables des politiques économiques de la région caraïbe à s'interroger sur l'efficacité de la recherche et à interroger les chercheurs sur le degré de prise en compte de cet impératif du développement économique en général. Cette préoccupation a été très nette au cours des messages adressés aux membres de la CFCS par ces responsables, tant à la Jamaïque en 1974 qu'à Trinidad en 1975.

S'il apparait que dans certains pays du Commonwealth, l'organisation nationale a largement privilégié les structures locales de développement, leur liaison avec les organismes de recherche, essentiellement inter-caraïbes, semblait insuffisante, d'où l'apparition du CARDI ("Caribbean Agricultural Research and Development Institute").

A partir de données guadeloupéennes, l'examen de différents degrés d'efficacité de la liaison entre la recherche et le développement met en lumière certaines conditions de cette efficacité.

(°) Institut National de la Recherche Agronomique (INRA-AG)

(°°) Service Départemental d'Agronomie (SDA)

(°°°) Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes (IRFA)

(°°°°) Service d'Utilité Agricole de Développement (SUAD)

DEUX CAS DE LIAISON EFFICACE ENTRE LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT :

I - La lutte intégrée contre la cercosporiose (maladie de Sigatoka) du Bananier

1/ Le problème biologique et ses solutions techniques

La maladie de Sigatoka, ou Cercosporiose, résulte de l'attaque par le champignon *Cercospora musae* des feuilles de bananier à leur premier stade de développement. La pénétration du parasite se fait par les stomates et l'incubation dure de 1 à 3 mois.

Les effets du Cercospora sont de deux ordres :

- retards dans la sortie du régime pouvant aller jusqu'à trois semaines avec diminution du poids ; la réduction de rendement imputable en Cercospora pour une infection importante doit se situer aux environs de 40 %.
- diminution de la qualité du fruit ; la banane prend une couleur chamois et mûrit avec une rapidité anormale. On peut être obligé de couper des fruits "maigres" (nouvelles pertes de rendement de l'ordre de 5 à 15 %).

Dans le cas d'une plantation gravement atteinte, l'ensemble de la production est inexportable et même difficilement consommable.

Le nombre et l'évolution des infections sont étroitement liés à la température et à l'humidité : l'incubation est d'autant plus longue que la température est plus basse et l'humidité plus faible. Aussi faut-il traiter préventivement durant les époques dangereuses et non quand les taches (nécroses) apparaissent.

Signalés en Guadeloupe en 1932, les dégâts furent d'abord insignifiants, mais en quelques années l'ensemble de la bananeraie fut menacée. On s'acheminait vers sa disparition. En Amérique centrale, la bananeraie se maintenait grâce à des traitements à base de bouillie bordelaise en pulvérisation à un rythme pouvant aller jusqu'à un traitement par semaine !

Les premiers essais de traitement de la Cercosporiose par nébulisation commencent en 1951 aux Antilles, sur la Station IRFA (Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes) de Neufchâteau.

En 1955, MM. GUYOT et CUILLE mettent en évidence le rôle curatif de l'huile seule ;

En 1956, débutent les premiers traitements par avions, à volumes réduits qui permettent d'utiliser 15l/ha.

En 1959, MM. GUYOT et CUILLE établissent les premières bases d'un avertissement climatique dans le but de prévoir les attaques du Cercospora en Guadeloupe.

Il faudra attendre 1969 pour passer aux traitements huileux généralisés en Guadeloupe dans le cadre du groupement de producteur ASSOBAG (Association des Producteurs de Banane de la Guadeloupe). Un réseau agroclimatique est alors mis en place en 1970 pour aboutir à une meilleure planification des traitements.

Dès 1971, le contrôle climatologique permet de réduire le nombre de traitements à l'huile seule (J.P MEYER, J. GANRY).

Dans un souci d'économie et de protection de l'environnement°, il convient de réduire le nombre de traitements. L'emploi de fongicides systémiques à longue durée d'action allait le permettre. Mais de nouveaux critères d'avertissement devaient être recherchés dans le cas de cycles d'action longs pour tendre vers la meilleure utilisation de l'effet systémique et ne traiter qu'à bon escient.

Les premiers essais d'application aérienne d'un fongicide systémique, le bénomyl, commencent en 1971 sur 700/ha.

Les travaux de J. GANRY et J.P MEYER (1972) montrent que l'avertissement peut être basé sur l'évaporation et la température (transformée en somme thermique).

Depuis mai 1972, le traitement avec fongicide systémique (125g de bénomyl dans 15l d'huile/ha) est généralisé sur l'ensemble de la zone bananière, l'utilisation de l'avertissement climatique permettant d'établir un planning précis des traitements.

Le fonctionnement de l'avertissement se fait à partir des données hebdomadaires d'évaporation et de température de 14 stations agroclimatiques, qui détermine une durée d'efficacité des traitements par zone écologique, et à partir des contrôles systématiques de l'évolution de la maladie dans les diverses zones écologiques (GANRY J. et MEYER J.P, 1972).

Jusqu'en Août 1976, le fonctionnement des avertissements était réalisé intégralement par l'IRFA. Depuis Août 1976, l'ASSOBAG a pris en charge toute la collecte des données sur le terrain. L'interprétation est réalisée conjointement par l'ASSOBAG et l'IRFA.

2/ Valeur et limite du traitement

Le nombre de traitements qui varie de 12 à 28 avec l'huile seule, allait de 5 à 10 en 1973 et de 4 à 9 en 1976 avec le systémique et l'usage de l'avertissement.

° L'altération de l'environnement provient de l'accumulation des résidus des produits dans la chaine écologique et dans les nuisances directes aux cultures vivrières et maraîchères voisines et à l'habitat...

Mais la diminution du volume global de l'inoculum, qui est le but final de la lutte généralisée, est freinée par l'existence de foyers d'infestation (simple jardin familial avec bananiers non traités ou insertion de cultures maraîchères, incompatibles avec les traitements, à l'intérieur des plantations).

Le contrôle systématique de ces foyers doit être renforcé par des interventions incitatives de l'ASSOBAG qui aide à l'achat du produit et du matériel de traitement et conseille des traitements au sol plus fréquents.

3/ Conclusion

Les éléments de la réussite technique sont :

- la substitution du fongicide systémique à l'huile seule
- la combinaison du systémique avec l'avertissement climatique préventif (dans une région du Honduras comparable à celle de Capesterre, l'usage du bénomyl associé à des avertissements à effet curatif n'empêche pas des périodes de traitement hebdomadaire et 19 à 21 traitements par an).

Une part du bilan économique de cette réussite peut être estimée. Le coût des traitements actuels est inférieur de 50 % (à l'hectare et par an) au coût des traitements à l'huile seule. L'économie d'un seul traitement par an sur l'ensemble de la zone bananière traitée (6 000 ha) équivaut très largement au coût des travaux de recherche mis en oeuvre pour le fonctionnement de l'avertissement, or, on peut estimer que l'application des avertissements fait gagner en moyenne de trois à quatre traitements par an sur l'ensemble de la zone bananière.

Mais on peut moins bien chiffrer le bénéfice écologique néanmoins certain : réduction des phytotoxicités cumulatives et espacement de nuisances aux autres cultures et à l'habitat.

Le succès technique de la lutte contre le Cercospora est dû en grande partie, à l'articulation parfaite entre l'organisme de recherche et le groupement de producteurs. Après la mise au point d'une méthode originale d'avertissement et le rôdage de cette méthode, l'organisme de recherche (L'IRFA) a pris entièrement à sa charge pendant plus de 4 ans le fonctionnement de la lutte intégrée contre le Cercospora (phase que l'on peut assimiler à une phase pilote de développement). Depuis Août 1976, la collecte des données (observations climatiques et évolution de la maladie) ; l'entretien des stations agro-climatiques revient au groupement des producteurs (les tournées sont faites par des techniciens formés les 4 années précédentes par l'IRFA), l'interprétation des données et la rédaction du bulletin d'avertissement sont réalisés conjointement par l'organisme de recherches et le groupement professionnel, ce groupement se charge également de l'exécution des traitements.

II - L'adaptation variétale chez l'Aubergine

1/ Données économiques et biologiques

La culture de l'Aubergine en Guadeloupe est née de la nécessité de

diversifier les productions du département en cherchant des cultures complémentaires aux deux cultures principales, la Canne à Sucre et la Banane.

Pour tenir compte des surfaces à cultiver relativement réduites et de la surabondance de la main d'oeuvre à employer, ces cultures devaient si possible :

- apporter à l'hectare un revenu brut le plus important possible et nécessiter le plus possible d'unités travailleur.

Le choix s'est donc porté sur les cultures maraîchères et, vu les structures de commercialisation, surtout vers les cultures d'exportation de contre saison.

Parmi celles-ci l'Aubergine a paru intéressante à développer en priorité car il existait un débouché certain en métropole et en Europe entre le mois d'octobre et de juin, et cette plante d'origine tropicale était traditionnellement cultivée en Guadeloupe.

Mais les variétés locales ne correspondent pas au goût du marché européen. Quelques agriculteurs du nord de la Basse-Terre entreprirent donc avec l'aide des services de vulgarisation des cultures expérimentales à base de variétés d'origine américaine surtout (Florida Market) correspondant au type demandé (fruit violet foncé). Ces plantations ayant été un échec au niveau de la culture du fait du flétrissement de cette variété dû au *Pseudomonas solanacearum*, le besoin d'une variété résistante adaptée s'est fait sentir et ce problème a été soumis aux organismes de recherche.

2/ Les travaux de recherche

En premier lieu l'IRAT (Institut de Recherches Agronomiques Tropicales) a mis au point un hybride F1 issu de Florida Market et d'une lignée d'origine indienne, résistante au flétrissement bactérien, et qui a permis les premières exportations. Cet hybride avait le défaut d'être de coloration trop claire. La sélection s'est poursuivie pour obtenir une lignée à fruits violet foncé et résistante au *Pseudomonas* : la variété "Madinina".

Au cours de la campagne suivante, il s'est avéré que si la variété "Madinina" était satisfaisante en culture, la sensibilité de son fruit à l'anthracnose posait de sérieux problèmes de conservation au cours du transport, problèmes imparfaits résolus par les traitements chimiques, les pertes en cours de transport atteignant parfois 50 %.

La création d'une variété résistante au flétrissement et à l'anthracnose était donc nécessaire.

L'INRA mit en évidence une résistance variétale à l'anthracnose dans une lignée introduite de Trinidad et qui possédait un fruit du type recherché. A partir de Madinina et de cette lignée, un hybride F1 ("Kalenda") résistant à ces deux maladies a été mis au point en 1972 et mis en culture au cours de la campagne 1973-1974.

Cet hybride a donné satisfaction pour l'essentiel, au début.

Cependant, la culture ayant gagné de multiples secteurs de la Guadeloupe, il se pose actuellement des problèmes de techniques culturales et de résistance à certains parasites (Tarsonemies, nouvelles races d'anthracnose). Il s'est avéré que la culture d'Aubergine d'exportation pouvait difficilement être entreprise sans une irrigation dont les techniques d'application restent à mettre au point. Autant de projets sur lesquels la profession demande maintenant à la recherche de se pencher. Celle-ci prépare déjà des réponses à ces différentes questions : l'étude des apports de matière organique, d'engrais minéraux et d'amendements a été abordée (CLAIRON, 1974) l'incidence du système de rotation sur la fatigue du sol a été approché (Nouvelles Maraîchères et Vivrières au Antilles, n° 6, 1973).

3/ Activités de développement

Les actions de développement se sont exercées dès l'origine au niveau du groupement de producteurs, la SICAF (Société d'Intérêt Collectif Agricole pour les Cultures Fruitières) née en 1971 et qui a pour objectif l'organisation de la production maraîchère et fruitière en vue de l'exportation. Son activité est essentiellement basée sur l'Aubergine. On peut estimer la production des Antilles françaises à environ 7 000 tonnes (dont 55 % proviennent de la SICAF, le reste de la SICAMA, Martinique). Ce qui couvre environ 80 % des besoins de la métropole d'octobre à juin.

La SICAF assure l'organisation de la commercialisation (emballage, frêt, expédition, commercialisation).

L'encadrement technique est assuré par la participation à différents titres d'agents du Service Départemental d'Agronomie et de l'INRA, car le groupement n'a pas jusqu'ici recruté de technicien autonome.

La production de semence est assurée par l'INRA et l'IRAT, la production de plants étant maintenant aux mains de la profession. Récemment, la SICAF a entrepris de prospecter le marché allemand qui paraît offrir des possibilités intéressantes notamment pour ces nouvelles productions dont les dossiers techniques ont déjà été élaborés par la recherche. Un plan de développement triennal visant à diversifier la production (Melon, Poivron, Piment, Haricot) va être mis en oeuvre avec l'appui du FORMA (Fonds d'Orientation et de Régularisation du Marché).

DEUX CAS DE LIAISON ENTRE LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT D'EFFICACITE INSUFFISANTE

I - Une production très étudiée : la Tomate

Parmi les plantes maraîchères étudiées de par le monde, la Tomate occupe sans conteste la première place. En zone tropicale et particulièrement aux Antilles, il en est de même. C'est un légume qui intéresse à la fois les producteurs professionnels et amateurs et les consommateurs.

1/ Problèmes posés et solutions apportées par la Recherche

L'obstacle le plus grave à la culture de la Tomate est l'existence du flétrissement bactérien *Pseudomonas solanacearum* qui rend aléatoire voire même impossible la culture dans certaines zones. La maladie est liée au type de sol, elle sévit dans les sols volcaniques et est aggravée par les conditions climatiques défavorables à la Tomate en particulier les températures élevées. Il n'existe aucun moyen de lutte efficace mise à part l'utilisation de variétés résistantes.

Dans une première étape l'obtention de la variété "Carette" par l'INRA a permis de résoudre le problème de Flétrissement bactérien dans un grand nombre de situations. Cette variété est utilisable avec succès lorsque la contamination du terrain par le *Pseudomonas* n'est pas excessive, il faut souligner que son utilisation ne dispense pas de respecter les règles élémentaires en matière de cultures maraîchères et l'on voit trop souvent des producteurs cultivant Tomate sur Tomate conclurent que "Carette" ne résiste pas au flétrissement. Dans le cas présent, c'est aux mauvaises techniques culturales qu'elle ne résiste pas. Il est vrai que Carette ne possède pas le niveau le plus élevé de résistance au flétrissement, c'est pourquoi les recherches se poursuivent en vue d'obtenir des variétés améliorées pour le niveau de résistance.

Les variétés cultivées actuellement voient leur productivité baisser sensiblement pendant la période chaude (hivernage). La recherche s'attache à résoudre également cette difficulté d'adaptation climatique.

2/ Passage au niveau de la production

Au niveau du développement, le problème de la diffusion se pose en d'autres termes que pour l'Aubergine. Dans le cas de l'Aubergine, les semences sont fournies aux groupements (SICAF, SICAMA) par les organismes de recherche. Il y a donc un point de passage obligatoire pour les producteurs, d'où une possibilité de contrôle et d'encadrement efficace de la part des services de développement et de Recherche.

De plus, avec la Tomate, nous avons affaire à une production traditionnelle d'où un certain nombre "d'habitudes" de la part des producteurs, qui sont un frein au progrès technique.

La production a une assise géographique très étroite (Baillif-Vieux-Habitants) et le secteur commercialisé des grandes surfaces est assuré à environ

---

N.B - La variété commerciale "Vénus" (des U.S.A), aussi résistante que Carette au flétrissement bactérien et dont les fruits sont souvent plus gros est malheureusement sensible à la cladosporiose et nettement moins productive que Carette.

80 p. cent par un seul groupement de producteurs la SOCOGIAP (Société Coopérative Guadeloupéenne d'Intérêt Agricole de Production maraîchère).

En dehors de la SOCOGIAP qui assure la diffusion des variétés qu'il conseille à ses adhérents, il est difficile d'orienter la diffusion variétale car les semences sont distribuées par le circuit commercial traditionnel où on trouve une large gamme de variétés importées plus ou moins adaptées.

La variété "Carette" permet la culture dans certaines zones où les variétés sensibles au flétrissement bactérien ne sont pas cultivables, mais elle ne correspond pas encore au type recherché par les producteurs. Il semblerait qu'ils lui reprochent de ne pas avoir des fruits assez gros. Elle serait réservée à la culture en conditions difficiles (terrains infestés de *Pseudomonas* et saison chaude). Dans les autres cas, on cultive les variétés à très gros fruit (Tropic) qui ont la préférence du consommateur, ou les variétés cultivables sans tuteurs et sans ébourgeonnage (Tropi Red, Homestead) ; les producteurs acceptent dans ce cas le risque d'un certain pourcentage de pertes dues au Flétrissement, et d'une moindre productivité afin de bénéficier d'une meilleure qualité de fruit ou de techniques de production moins coûteuses.

La localisation géographique et corporative très étroite de la production commercialisée de tomate devrait être de nature à favoriser l'action du développement agricole par une action au niveau des coopératives et une information des producteurs non organisés, avec incitation à l'organisation. Enfin, au niveau des circuits de commercialisation des semences, il conviendrait d'informer les distributeurs afin qu'il ne commercialisent que les variétés conseillées par les services de recherche.

II - Une production encore peu étudiée : l'Igname

Les bases de la recherche agronomique et de la biologie se réfèrent rarement à une production et une plante telle que l'Igname. Bien qu'il soit aujourd'hui incontesté qu'à l'égal du Maïs chez les Précolombiens, l'Igname caractérise des civilisations importantes notamment en Afrique occidentale, en Asie tropicale et en Océanie, l'analyse agronomique et biologique de cette culture et son amélioration sont demeurées relativement superficielle jusqu'à la toute dernière décennie. Parmi les questions qui demeurent ouvertes sur sa biologie, mentionnons seulement la nature de son tubercule (structure de tige - aspect de racine). Parmi les caractéristiques mal cernées de sa situation socio-économique, signalons l'incertitude sur les quantités produites globalement (voire par espèce ou par variété) et consommées.

1/ La recherche

Convaincus de l'importance actuelle et de l'avenir encore plus grand de l'Igname, des chercheurs de l'IRAT et surtout de l'INRA on conduit depuis 1964 une étude biologique de la plante, des essais de techniques culturales nouvelles et obtenus des variétés génétiquement améliorées.

L'étude biologique a porté sur :

- la constitution, la caractérisation et le maintien d'une col-

lection de l'ordre de 200 clones appartenant à 7 espèces (*D. alata, D. cayenensis* (incl. *D. rotundata*), *D. trifida, D. esculenta, D. bulbifera, D. pentaphylla, D. transversa*)

- l'examen de la croissance et du développement de 3 d'entre elles
- la caractérisation de différents parasites et des traitements correspondants.

Parmi les techniques culturales ont été abordées:

- la semi-mécanisation de la plantation
- la comparaison de différentes densités de plantations
- l'observation des effets du tuteurage sur le rendement
- la recherche du meilleur mode de fragmentation du tubercule à la plantation
- la fertilisation NPK et l'amendement calcaire
- la mécanisation de la récolte

La création de variétés obtenue chez la Cousse-couche (*D. trifida*) a permis aussitôt d'atteindre 55 T/ha en culture non tuteurée, soit près du double des variétés traditionnelles. Chez d'autres espèces, des recommandations de clones précises ont été faites (IRAT, INRA).

2/ Actions de développement

Cet ensemble de données, les chercheurs ont tenté d'en faire bénéficier les cultivateurs : journées techniques d'information, fiches techniques, contrats de diffusion de variétés sous l'égide de l'ANDA en Guadeloupe et en Martinique, livraisons renouvellées de semences à des producteurs individuels (2.245 kg par exemple en 1977), organisation de pépinières en collaboration avec le SUAD et le SDA, sans négliger des émissions radiophoniques destinées aux ménagères.

3/ Le bilan - Discussion

Mais toutes ces actions ne paraissent pas cependant aboutir encore à un changement corrélatif de la production d'Igname qui demeure chère, insuffisante et incohérente.

Il faut rappeler l'absence d'un appareillage d'enquête statistique pour une mesure objective de la production donc de ses changements. On peut penser que la recherche a contribué à stabiliser (?) une production dont la réduction parait s'inscrire dans les mouvements convergents de la régression du secteur agricole antillais et de l'accroissement des importations alimentaires. Mais les contacts renouvelés entre techniciens et utilisateurs potentiels n'ont pas eu de suite en rapport avec les gains de rendement obtenus expérimentalement, sur les terrains de ceux-ci, même si quelques producteurs paraissent attachés aux variétés proposées.

Un certain nombre de données contribuent à comprendre cette situation. Les premiers résident dans l'absence d'une formulation par les producteurs des objectifs de la recherche. Cette absence peut être reliée à l'inorganisation de la profession, à des difficultés de formulations consécutives au poids des traditions culturales et à une certaine hétérogénéité culturelle au niveau du langage lui-même. La faiblesse du revenu affirmée par les producteurs n'est pas reliée par eux-mêmes à tels facteurs de production. L'analyse de ceux-ci par les chercheurs ne permet pas de savoir lesquels (espèces, variétés, tuteurage, fragmentation, fertilisation, desherbage, etc...) sont les plus aptes à déclencher la participation du producteur à une évolution "rationnelle" de la culture. De plus, cette analyse, d'une part s'arrête à des généralités dans le secteur de commercialisation (organisation du marché) et de la consommation sauf dans un très petit nombre de cas (test de dégustation de variétés de Cousse-couche), d'autre part, on n'a jamais pris en compte les interactions biologiques, agronomiques, économiques et autres, découlant de la place de l'Igname dans le système de polyculture vivrière où elle est plus ou moins intégrée, et de la dépendance de celui-ci à l'égard du système de plantation dominant.

Toutefois, les tentatives de diffusion des variétés et des techniques ont, petit à petit, fait ressortir certaines urgences de la recherche et du développement dans la production de l'Igname :

1. Minimum d'organisation professionnelle pour améliorer les techniques, apprécier la production, contrôler commercialisation et exportation et définir les objectifs de recherche prioritaires.

2. Promouvoir l'Igname blanche asiatique de type Pacala encore améliorée, mieux adaptée au champ et transformée technologiquement.

3. Créer une dynamique d'expansion d'intensification et de programmation de la culture par la participation de l'Igname à un système de polyculture renouvelé à partir du maraîchage.

4. Approfondir les techniques de la polyculture traditionnelle.

QUELQUES STRUCTURES D'ETUDE ET DE REALISATION DU DEVELOPPEMENT

L'examen des différents cas de liaison souligne l'importance d'une bonne programmation de la recherche, qui doit parfois aller jusqu'à une prise en charge initiale du développement, et la nécessité de structures professionnelles capable d'exprimer en options économiques et techniques les préoccupations d'un monde rural appuyé sur des traditions ambivalentes.

I - Facteurs d'adaptation de la recherche

La programmation de la recherche agronomique associe toujours deux objectifs : une meilleure connaissance des processus biologiques, écologiques ou socio-économiques en jeux et la détermination du meilleur système de progrès des productions. L'élaboration de ce second objectif requiert à l'évidence une adaptation au développement.

L'objectif de connaissance des processus n'est pas indifférent à la problématique du développement. La solution d'un problème pratique nouveau telle une nouvelle résistance génétique pour répondre à une nouvelle race de champi-

gnon parasite est d'autant plus rapide que le mécanisme génétique en jeu a été analysé avec précision. C'est ainsi que sera renouvelée la résistance de l'Aubergine vis à vis de l'anthracnose. Cette disponibilité de la recherche à l'égard d'urgences pratiques à retombées économiques élevées n'est possible qu'au dessus d'une taille critique des équipes de recherche et avec un arrière plan d'informations fondamentales accumulées au préalable. Il faut reconnaitre que le système de recherche des Antilles et de la Guyane ne dépasse que de très peu cette taille critique et encore pas sur tous les points.

Un certain niveau d'adaptation de la recherche au développement est souvent évalué à postériori : le rapport entre le coût de la recherche et la plus value économique obtenue. On en a vu un exemple à propos du traitement du Cercospora de la Banane. Certaines techniques permettraient d'apprécier ce rapport à l'avance.

Un autre niveau d'adaptation s'apprécie par le degré de participation des utilisateurs de la recherche à l'élaboration de ses objectifs. L'existence de professions structurées pour la Banane et l'Aubergine n'est pas étrangère à l'adéquation des programmes et à la valorisation rapide des résultats, à l'inverse de l'Igname, où le peu de valorisation a pu être rapportée à l'absence de formulation des objectifs techniques de la part des producteurs.

II - Les systèmes d'expérimentation pour le développement

L'insuffisance globale de cette participation donne toute son importance aux opérations de préparation au développement conduites soit dans des unités pilotes, soit dans des établissements d'enseignement agricole, soit même chez des agriculteurs.

1/ Une exploitation pilote pour la production fruitière

Une "Unité type de production" (U.T.P) est une exploitation pilote, intermédiaire entre le stade de l'expérimentation et le stade de la vulgarisation : les résultats bruts de la recherche y sont appliqués en vraie grandeur et dans des conditions écologiques, économiques et commerciales définies (on peut ainsi chiffrer l'intérêt économique de la recherche) ; les problèmes réels de la production sont mieux perçus et permettent d'orienter en retour l'expérimentation.

L'objectif final est de proposer pour une zone bien déterminée un modèle de développement, une structure de polyculture (gabarit et organisation de l'exploitation).

L'opération pilote de l'Unité de Vieux-Habitants a commencé en 1974 sur un terrain mis à la disposition de l'IRFA par le ministère de l'Agriculture à la Côte sous le vent de la Guadeloupe où les conditions écologiques et socio-économiques paraissent particulièrement favorables au développement des cultures fruitières et maraîchères, dès que l'on a la maitrise de l'eau.

Une U.T.P a été installée sur 8 ha, 6,5 étant utilisables, dont 3,5 ha sont réservés à l'implantation de vergers permanents, les cultures d'assole-

ment étant représentées par les papayers et les légumes (marché local et exportation). Les différentes espèces fruitières ont été retenues en raison de leur adaptation à la région et de leur intérêt économique au niveau du département. Les plantations sont en cours. Les finalités retenues pour les espèces sont différentes ; en voici la répartition par hectare :

	Exportation	Marché local	Transformation
Mangue	----1,4----		
Lime		------0,5------	
Pomelo		------0,5------	
Avocat			-----0,5-----
Tangelo			-------0,4------
Goyave			------0,2------
Grenadille			------0,1------

Toutes les données économiques sont appréhendées et transcrites sous formes de fiches traitées par ordinateur.

Ce travail se fait en collaboration avec le centre de gestion de Purpan (Toulouse).

Après deux ans de fonctionnement, la mise en valeur de l'U.T.P n'est réalisée qu'à 75 % et les vergers n'ont, bien sûr, atteint qu'un faible pourcentage de leur potentiel de production, aussi serait-il hasardeux de vouloir dresser dès maintenant un bilan. Les renseignements économiques recueillis sur l'exploitation seront particulièrement utiles dans le cadre du projet de mise en valeur agricole de la Côte sous le vent ; enfin, quand l'unité aura atteint son seuil de rentabilité et que l'exploitation s'autofinancera, on pourra implanter de nouvelles U.T.P dans des zones très différentes (autres parties de la Côte-sous-le vent, en altitude ou en Grande-Terre).

2/ Cultures de démonstration au Collège Agricole de Destrellan

Dans un but initialement pédagogique, le Collège Agricole a réalisé suivant les indications fournies par l'INRA des cultures d'Igname avec arrachage mécanique et des cultures d'Aubergine avec fertilisation améliorée sur des surfaces analogues à celles dont disposent des petits producteurs vivriers ou maraîchers et des prairies d'Herbe de Guinée nouvelles sous pâturage contrôlé. En liaison avec l'IRFA il a implanté plusieurs hectares d'Agrumes et d'Avocatiers. Il organise de plus des productions maraîchères irriguées en s'efforçant d'établir des fiches technico-économiques permettant une analyse des facteurs de production. Il est envisagé, de plus, d'accroître les visites commentées de ces réalisations dans des cycles de formation des adhérents d'organisation professionnelle, compte-tenu du faible taux d'élèves du Collège qui se réinvestissent dans l'agriculture. Il existe déjà des stages de formation professionnelle pour agriculteurs adultes.

3/ Essais chez des agriculteurs

Des crédits de l'ANDA ont soutenu de nombreuses cultures expérimentales réalisées sous le contrôle des organismes de recherche, chez des professionnels. Dans plusieurs cas ces cultures, tout en apportant une innovation et un certain cortège de techniques associées (telles : variété nouvelle + fertilisation + plantation en culture pure), s'appuyaient partiellement sur des pratiques traditionnelles locales (tuteurage, densité usuelle...). Ces combinaisons généralement circonstancielles permettent de diversifier les conditions d'utilisation de l'innovation. Leurs résultats demeurent toutefois plus utiles à la recherche qu'au passage de l'innovation elle même dans la pratique culturale. Le producteur garde une distance à l'égard de l'innovation d'autant plus grande que celle-ci est expérimentée à partir de méthodes entièrement élaborées par le chercheur, et qui devraient normalement bénéficier de l'expérience des organisations professionnelles.

III - Organisation professionnelle et maitrise des techniques de production

La responsabilité du progrès de la production agricole a été longtemps l'affaire des services extérieurs du Ministère de l'Agriculture, sous le terme de vulgarisation.

L'organisation professionnelle et une évolution des mentalités ont provoqué une prise de conscience de cette responsabilité chez les agriculteurs, qui se sont vus confier par l'Etat, sous son contrôle, la charge de leur propre développement.

La Chambre d'Agriculture, la Fédération des Syndicats d'exploitants Agricoles, associés aux Services du Ministère de l'Agriculture et aux organismes de recherche, notamment au Comité Départemental de Développement Agricole, planifient les interventions que le Service d'Utilité Agricole de Développement, en principe, coordonne en permanence.

A peu près effective en France, la transition de la vulgarisation au développement agricole n'est pas achevée en Guadeloupe.

L'organisation professionnelle en Guadeloupe s'élabore autour de deux types de structures : les groupements régis par la loi sur les associations (type Groupement de vulgarisation agricole) et les groupements économiques (type Société coopérative).

Chaque Groupement de Vulgarisation Agricole regroupent 40 à 100 agriculteurs qui renouvellent chaque année leur contrat d'association par une cotisation volontaire. Leur objet est l'information des agriculteurs (conseils dans la conduite de la culture, ou visite de chantiers de récoltes..), la diffusion du progrès agricole (installation de pépinières de diffusion de nouvelles variétés) sans référence à une production particulière.

Par exemple, il s'est créé 9 groupements de vulgarisation dans le secteur sucrier zone d'influence de la Fédération Départementale des Syndicats d'Exploitants agricole. Mais ce type de groupement ne s'est pas révélé être la meilleure formule pour rendre aux producteurs de canne le service le plus important, l'enlèvement de la récolte de la Canne à sucre.

L'autre formule de groupement est la Société Coopérative. Ce groupement, économique, tire du service fourni à l'agriculteur les moyens financiers nécessaires à son fonctionnement. Il existe au niveau communal une quinzaine de coopératives maraîchères et fruitières.

La Société Coopérative connait la quantité et la qualité du produit commercialisée, ce sont là des informations importantes pour l'intervention du vulgarisateur sur les techniques de production.

Agréés comme organisme de développement, ces groupements contrôlent l'étendue géographique d'une production et disposent de moyens financiers pour agir sur un point quelconque de la chaine de production. Aussi avons-nous vu la SICA-ASSOBAG maitriser les attaques de la cercosporiose du bananier, la SICAF réaliser ses pépinières d'Aubergine, la SOCOGIAP promouvoir des variétés de Tomate.

La profession s'organise de plus en plus autour des Groupements de Producteurs, comme base de développement. Ils sont créés pour le tabac, le maraîchage d'exportation et de consommation intérieure, la banane, et l'élevage bovin.

Ils s'assurent les services d'agents de développement pour leur encadrement technique.

IV - Formation professionnelle

Pour rémédier à l'insuffisance de formation, les organismes employeurs ont décidé de faire suivre à leurs agents une formation générale par les établissements d'enseignement dépendant du Ministère de l'Agriculture.

Des liaisons entre le SUAD, d'une part, l'INRA, l'IRFA ou l'IRAT d'autre part sont établies pour la formation technique des agents et leur documentation par des journées d'information, des fiches faisant le point sur les acquis de la recherche, ou des contacts personnels avec les spécialistes à propos des difficultés rencontrés sur le terrain. Ces connaissances techniques ou économiques doivent être traduites dans le langage de l'agriculteur et présentées de manière à être acceptées.

Nous avons déjà signalé le rôle des Collèges Agricoles et des Centres des Services départementaux d'Agronomie (SDA) dans la formation des Agriculteurs.

Mais le technicien, tout comme l'agriculteur, doit disposer de données économiques pour analyser la marche de son exploitation. C'est le rôle du conseiller de gestion d'aider l'exploitant à combiner ses différentes productions ou moyens de production afin de tirer le meilleur profit de son entreprise.

V - Organisation de l'information économique

Aucun organisme local ne prend jusqu'ici régulièrement en charge

l'information économique nécessaire aux producteurs. L'information de l'exploitant sur les composantes économiques de ses structures de production devrait bénéficier du Centre de Gestion récemment mis en place. Mais les productions fruitières (banane d'exportation exceptée) maraîchères et vivrières ne l'ont pas encore suffisamment mis à profit pour permettre des analyses représentatives.

L'information sur l'importance des marchés possibles pour les productions actuelles est fournie essentiellement par les importateurs, et à très court terme. Un peu au hasard, des enquêtes sont effectuées, soit à l'initiative des pouvoirs publics, soit d'un groupement de producteurs. Elles sont conduites le plus souvent sans critique méthodologique.

Une enquête de la SATEC, s'appuyant sur le développement de l'Aubergine (Guadeloupe) et de l'Avocat (Martinique) envisage les perspectives ouvertes en France et aux Etats-Unis pour les produits maraîchers de contre-saison, les fruits et les tubercules. Ce sont surtout des créneaux saisonniers qui sont dégagés. A échéance de 1980 on admet que 31.500 T de produits seraient exportables ce qui suppose un accroissement des superficies qui leur sont consacrées d'environ 1 500 ha (sur les deux îles) et offrirait plus d'un millier d'emplois nouveaux. Les propositions d'extension et d'élévation de la production concernent d'abord le melon, le poivron et, pour le marché intérieur, l'oignon, pour lesquels les résultats de la recherche demeurent encore à valoriser.

L'enquête plus récente de la SICAF qui a mis en évidence la demande élevée en Allemagne de l'Ouest, comme les autres études de marché, ne vas pas au delà d'une indication de la demande commerciale localisée. Elles comportent peu d'analyse des facteurs d'adaptation réciproques du produit, des techniques de commercialisation et d'information du consommateur qui compléterait les données de la recherche.

Des réserves ont été faites parfois sur la portée de la standardisation du type d'Aubergine exportée. La forme du Poivron requise parait au contraire le facteur déterminant pour le marché allemand. Les monopoles d'importation et un certain malthusianisme dans la commercialisation sont rarement contrôlés.

EN GUISE DE CONCLUSION : UNE AUTRE RECHERCHE POUR UN AUTRE DEVELOPPEMENT

Le développement agricole et la recherche agronomique opèrent dans le monde rural où il est constant que les réussites nécessitent des motivations profondes, durables, assimilées par l'environnement biologique et culturel.

Les résistances ayant un fondement économique sont vite décelées. Par contre, celles inspirées par les traditions culturelles se masquent sous plusieurs niveaux. D'abord au niveau du langage. Il semblerait qu'une séparation encore inspirée de l'économie de plantation, voudrait que les opérateurs économiques dominants ne s'embarassent pas beaucoup de connaissances techniques précises et qu'ils entretiennent une dépendance à cet égard envers les services de l'Etat. Le discours technique devra leur être "traduit". La collectivité agricole institutionnelle ne fabriquera pas de techniciens. Le rôle du langage, en un tout autre sens, apparait également dans la relation vulgarisateur-petit planteur.

Une dimension culturelle est évidente avec le délaissement, par une fraction notable des générations en cours d'urbanisation, des "gros légumes" traditionnels, quelles que soient les données technologiques qui ne sont en fait ici connues que d'opérateurs culturels. Le cadre fondamentalement européen de tous les enseignements, de toutes les pédagogies n'y est certes pas étranger.

L'absence d'une recherche socio-économique non directive est de plus en plus ressentie. C'est aussi à partir d'elle que l'utilisateur averti de la production agricole, le producteur, l'homme du transfert des techniques qu'est l'agent de développement et les programmateurs de recherche pourront converger vers une élévation de la qualité des produits, du revenu économique, et de l'efficacité des acquisitions scientifiques.

Les auteurs remercient de leurs réflexions MM. SALMON-LEGAGNEUR, ROWAN, DUMAS, MARCHOUX, NAMORY, PAVOT, TOUVIN, Melles SAINT-AURET et RIGA, MM. SIRIIEX et COTERET.

ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

Sur la recherche et le développement en général

Nombreux articles dans la revue le Progrès Scientifique (DGRST) édité par la Documentation Française, Paris, et plus particulièrement :

1969 - J.P. SPINDLER. Réflexions sur les définitions de la recherche et du développement, 133, 2-21.
voir aussi

1969 - R. FEVRIER. La programmation de la recherche agronomique dans la Recherche Agronomique et quelques problèmes agricoles, INRA, P. 16-19

1972 - M. BOHNET, H. REICHELT. Applied Research and its impact on Economic Development Weltform Verlag, München.

sans date : n° 27, V, de Options méditerranéennes : Transferts de Technologie.

Sur la lutte intégrée contre la cercosporiose du Bananier

1971 - J.P. MEYER, J. GANRY. Etude comparée des conditions climatiques en 1969 et en 1970, et leur incidence sur le développement et le traitement du Cercospora du bananier (Neufchâteau, Guadeloupe), Fruits, 26, 6, 401-408.

1972 - J. GANRY, J.P MEYER. La lutte contrôlée contre le Cercospora aux Antilles. Bases climatiques de l'avertissement. Technique d'observation et de numération de la maladie. Fruits, 27, 10, 665-676.

Sur l'Aubergine et la Tomate aux Antilles

1975 - C.M. MESSIAEN. Le potager tropical t. 2. Presses Universitaires de France.

1975 - F. KAAN, H. LATERROT, G. ANAIS. Etude de 100 variétés de Tomate en fonction de l'adaptation climatique et de la résistance à 7 maladies sévis-

sant aux Antilles. Nouvelles Agronomiques des Antilles et de la Guyane, vol. 1, n° 2, p. 123-138.

Sur l'Igname

1975 - C.M. MESSIAEN. Le potager tropical, t. 3. Presses Universitaires de France.

1974 - R. ARNOLIN. Remarques générales sur la diffusion de deux nouvelles variétés Cousse-couche (*D. trifida*) en Guadeloupe et en Martinique, Nouvelles Maraich. Vivr. INRA Antilles, 7-8, 111-112.

1976 - L. DEGRAS, F.W. MARTIN. Tropical yams and their potential. Part 5. *Dioscorea trifida*. Agric. Handbook (sous presse), USDA, USAID, INRA.

Sur les marchés d'exportation des produits maraîchers antillais

1974 - J.C. BACHOU, Compte-rendu de la mission effectuée en métropole du 25 Avril au 3 Mai 1974, Nouv. Maraich. Vivr. INRA Antilles, 9, 39-46.

1977 - Chambre de Commerce et d'Industrie de Basse-Terre. P.V. Assemblée du 16. 2.77, p. 7-9.

RESUME

Le traitement de la maladie de Sigatoka du Bananier initié par la recherche (IRFA) et pris en charge par le développement (ASSOBAG) donne de larges garanties en Guadeloupe aujourd'hui. La mise au point de la culture d'une Aubergine adaptée à l'exportation s'est faite en étroite collaboration entre la recherche (IRAT et INRA) et le développement (SICAF). Par contre l'organisation moins contrôlée des producteurs de Tomate, l'inexistence d'organisation professionnelle pour l'Igname et l'insuffisance de structuration du marché local pèsent sur l'élaboration et le transfert des résultats de la recherche.

L'examen de ces différents cas de liaison souligne l'importance d'une bonne programmation de la recherche, qui doit parfois aller jusqu'à une charge en temporaire du développement, et la nécessité de structures professionnelles capables d'options économiques et techniques.

Le poids des traditions culturelles et le rôle de modèles de consommations plus ou moins conscient conduisent à souhaiter une approche socio-économique complémentaire pour améliorer la relation recherche-développement.

SUMMARY

RELATION BETWEEN RESEARCH AND DEVELOPMENT (OR EXTENSION) IN GUADELOUPE

The treatment of the Sigatoka disease of Banana in Guadeloupe has been a success in Guadeloupe from the research initial effort of IRFA and its taking yp by development with ASSOBAG. The cultivation of an egg-plant adapted to exportation has been performed through a narrow collaboration between research (IRAT and INRA) and development (SICAF). But the less controlled producers organisation for Tomato, the lack of professionnal organisation for Yam and the deffi□iency of local market structures impede the building up and the transfert of research results.

The examination of these different relation cases underline the importance öf a good research programming, which sometimes must go into a temporary carrying on of development or extension, and the need of professionnal structuration capable of economical and technical choices.

The weight of culture traditions and the part held by consummers modeling more or less consciously, lead to wish a complementary socio-economical approach for a better research-development relation.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 137-164, 1977.

AN EVALUATION OF ONE APPROACH TO THE PROMOTION OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN TRINIDAD AND TOBAGO : THE TEXACO FOOD CROPS FARM

By
J. CROPPER
and
R.A.I. BRATHWAITE
The University of the West Indies, Trinidad

INTRODUCTION

The Texaco Food Crops Farm (TFCF) is a joint project of the University of the West Indies, the Government of Trinidad & Tobago and Texaco Trinidad Inc. - the major oil company in Trinidad and Tobago. The Farm was established in 1963 and has been in operation since that time.

This paper examines the changing objectives of the Farm over time and the approaches adopted for meeting them. The work undertaken on the Farm is next reviewed and an attempt is made to assess the reasons for the success or failure of this work. The paper then examines the work of the Farm in relation to developments in the agricultural sector in Trinidad & Tobago, Finally, suggestions are made for future operation of the Farm.

The discussion of the case study has relevance beyond the case itself since the issues involved relate also to the approaches adopted to research and development activity in general and to the operation of research stations in particular. Too often, research is undertaken without consideration of how it will be applied by farmers who are, after all, the 'consumers' of this work.

AIMS AND OBJECTIVES

Trinidad and Tobago became a fully independent country in 1962, having formerly been a British colony.

"It was clearly recognised by all concerned with planning the future economic well-being of the country, that agriculture presented tremendous scope for development, particularly if such development were to be aimed at increasing production of local food crops, in order to reduce the heavy expenditure on imported food, which was estimated at more than $ 90 million per annum.

The paradoxical situation existed that, with relatively large areas of idle land available, a rapidly growing population creating a serious unemployment problem, and a world-famous institution of teaching and research in tropical agriculture located in Trinidad, the country was producing relatively little food for home consumption and importing more and more foodstuffs, many of which, or acceptable substitutes for which, could be grown locally.

Consultations between representatives of the Ministry of Agriculture the university, and Texaco revealed that, while excellent "small-plot" research work had been done, both by government and the University, on the development of new and improved varieties of food crops and cultivation techniques, little or none of this work had been adequately tested or assessed on a 'field' or commercial scale. Consequently, the information derived from this research was not sufficiently conclusive for practical apllication. Moreover, there were no facilities for demonstrating the results of this work on a sufficiently large scale for it to be of significant benefit to the practical farmer. Here was a gap between research and production which urgently needed to be filled, and thus the idea of the Texaco Food Crops Demonstration Farm was born."

"Operations on the farm were to be carried on to help achieve Government's objectives of encouraging local food production."

"Briefly, the original objectives of the Farm were to test and Demonstrate,on a field scale, new variesties of food crops and cultivation techniques which have been developed on a research scale, and to distribute planting material of proven varieties to local farmers."(1)

It was not long before the last part of this objective - distribution of planting material to farmers - was modified, since the farm was not equipped to handle the volume of requests received. Thereafter surplus planting material was passed to the Ministry of Agriculture for distribution to farmers.

In 1971, following general dissatisfaction with the performance of the Farm, it was agreed that :

"Specific objectives (of work at TFCDF) should be established which was more relevant to the needs of the small farmer. Emphasis should be placed on (a) the development of farming systems suitable for the small farmer, and (b) diversification of sugarcane farming in order to profitably occupy the cane farmer's 'off-season' time." (2)

Subsequently, it was agreed to drop the word "Demonstration" from the title of the Farm since less emplasis was to be placed on this aspect of work in future.

APPROACH

(i) Size : The Farm comprises 22 hectares, of which approximately 20 are usable farm land and the remainder are occupied by roads, traces, drains, buildings, etc.

(ii) Location : The Farm is situated on the University Field Station in St-Joseph in an area which is becoming increasingly in demand for urbanisation. (Six hectares are to be taken away for construction of a hospital during the year.)

The land is essentially flat and is comprised of two major soil types

(a) River Estate series. There are 6 hectares of this Class I soil, which is easily cultivated, having free internal drainage. The soil is, however, susceptible to drought and to capping after heavy rainfall.

(b) Streatham Series. There are 13 hectares of this Class IV soil which requires intensive conservation and management practices. The soil has imperfect drainage and tends to become dessicated in the dry season. Capping occurs after heavy rainfall. All nutrients are in low supply and the soil is extremely acid. (3) Soil fertility status bas not been monitored since the inception of the Farm.

Table 1 shows the monthlys averages for rainfall, maximum and minimum temperatures, sunshine duration and open pan evaporation over a number of years. The period December to May is the dry season and it is mainly during these months that irrigation is applied to some crops, for example papaw, tomato. Temperatures vary little throughout the year and sunshine averages 7 hours daily. There are very few sunless days through-out the year. Day length varies from 12.75 hours in June to 11.5 hours in December and is an important factor in the cultivation of crops sensitive to photoperiodicity like pigeon pea and sorrel.

TABLE 1

Monthly Averages for Rainfall, Maximum and Minimum Temperatures, Sunshine Duration and Open Pan Evaporation

Month	Rainfall (54 years)	Temperature Maximum (43 years)	Temperature Minimum (43 years)	Sunshine Duration (43 years)	Open Plan Evaporation (17 years)
	(mm)	------(°C)------		(hours)	(mm)
January	67.31	29.4	20.0	7.5	104.14
February	39.87	29.4	20.0	8.1	110.99
March	29.46	30.6	20.6	8.1	140.21
April	50.04	31.1	21.7	8.2	137.41
May	107.70	31.1	22.2	8.0	134.37
June	248.16	30.0	22.2	6.7	96.01
July	218.95	30.0	22.2	7.1	93.98
August	237.24	30.6	22.2	6.9	92.46
September	187.45	31.1	22.2	6.6	95.50
October	166.62	31.1	22.2	6.9	95.50
November	188.47	30.6	21.7	6.9	81.28
December	145.03	29.4	21.1	7.2	89.41
Mean	140.53	30.4	21.5	7.1	105.92

Source : University of the West Indies Meteorological Station.

(iii) Infrastructure : The Farm is well served by roads, and there is ready access to all fields throughout the year.

Prior to the inception of the Farm, the land was graded and open drains were constructed in order to improve infield drainage. In addition, it has been found necessary to grow all crops on cabered beds. In spite of these precautions, however, the soil lies extremely wet during periods of heavy rainfall. Localised flooring can also occur as a result of water from neighbouring land moving onto the Farm.

The Farm has an overhead sprinkler irrigation system with water supplied to the fields from and underground main. Water is stored in a reservoir originally rated at approx. 4.5 m. litres which can be replinished from a near-

by river. From the inception of the Farm to 1972, irrigation was applied to all crops at the request of the consulting agronomist. Subsequently, irrigation has been restricted to vegetable crops, papaw and to special experiments. This change was the result of the modification in the objectives of the Farm which required greater attention to the needs of the small farmer. (Typically, the only small farmers with irrigation are those growing vegetables.)

Farm equipment, other than the usual range of hand tools, has included a small van, a small tractor (35 - 50 h.p.), cultivation equipment, 2-row semi-precision seeder, tuber-planter, simple root crop harvester. It is not known why an elaborate root crop harvester, especially imported by the Farm from the U.S.A. could not operate at TFCF. A proto-type solar drier was also constructed but has been very little used, in part, because emphasis has been shifted away crops requiring drying.

Farm buildings include an office, tool store, seed store and a general purpose open-sided shed. A house is provided on the Farm for the Farm Supervisor.

(iv) Labour : No workers are employed directly by the Farm, rather, workers are drawn from a 'labour pool' at the University Field Station. A core of workers do, however, work regularly at TFCF.

Workers are unionised and labour relations are governed by industrial agreements signed by the University and the Union. Perhaps because neither the University nor the Union (National Union of Government and Federated Workers) is primarily concerned with agriculture, the agreements have tended to become increasingly restrictive, and suited more to repetitive manufacturing activities rather than to the flexibility necessary in agriculture.

Labour productivity has declined over time principally because labour is now employed on a daily basis (7 a.m. to 4 p.m.) with little scope for redress. Previously, labour was employed on a task basis.

Labour disputes over details of the industrial agreement have occasionally led to 'go-slows' and work stoppages which have disrupted work on the Farm for a short time. Wages are at about the level of daily-paid unskilled labour employed by Government.

In spite of the above it generally agreed that the labour force on the Farm exhibits above-average skills for agricultural workers in Trinidad, while their productivity, although low, is higher than on the University Field Station and Government projects.

(v) Management : The executive authority for the Farm is a three-man Management Commitee Comprising one representative of each of the three participating institutions. The University representative is Chairman of the Committee.

The Head of the Department of Crop Science was Chairman of the Committee from the inception of the Farm to 1971. From 1971 to 1974, the Chairman was the Head of the Department of Agriculture Economics and Farm Management,

while since that time the Dean of the Faculty of Agriculture has held this position. Changes in the Chairmanship represented changes, not so much of personality, but rather of emphasis in the development of the Farm. Thus, the early emphasis of the Farm was technical, later becoming more concerned with the commercial feasibility and applicability of the technology developed, and finally with the role which the Farm could play in the agricultural development process in the country.

The representative of the Government of Trinidad and Tobago has usually been the Technical Officer responsible for Crop Research in the Ministry of Agriculture : at least five individuals have held this post since the inception of the Farm. The Superintendent of Agricultural Operations at Texaco Trinidad Inc. has been that company's representative, with one person serving unchanged until 1976, and thus helping greatly to maintain continuity in the work of the Committee.

The Management Committee exercised fully its powers of co-option in the period up to 1971 with almost all persons interested in the work of the Farm being co-opted. Since 1971 this power has been used infrequently, although recently the trend has been to increase the size of this policy-making body once more.

Technical Sub-Committees with responsibilities for Agronomy, Marketing and Extension were envisaged at the beginning of the Farm, but only in Agronomy was there continuity of work. The Agronomy Sub-Committee was principally responsible for the formulation of the cropping programme. This Sub-Committee ceased to function in 1973 due to an absence of active food-crop agronomists, both in the University and in the Ministry of Agriculture.° The work of the Sub-Committee therefore fell principally upon the Research Fellow in Farm Management (see below).

The Marketing Sub-Committee functioned for a few years in a desultory manner, but it was found impractical to involve part-time voluntary Committee members in the marketing of generally perishable commodities. Marketing therefore fell fully upon the Farm Supervisor, acting under general policy guidelines from the Management Committee. This approach to marketing continues to the present time.

The Extension Sub-Committee was only operative in the early life of the Farm. Thereafter, the Ministry of Agriculture Extension Service which was meant to spearhead the work of this Committee failed to provide leadership. Consequently, there was a decline in the 'Demonstration' aspect of the Farm which was eventually reflected in the change in Farm objectives and name.

Under the agreement establishing the Farm, the University and the Government of Trinidad & Tobago agreed to provide technical expertise and supervision of Farm operations. Thus, the crops produced at the Farm have been grown under the guidance of agronomists acting as consultants for these crops.

° Persons who had previously been active on the Sub-Committee either left the country or took up full-time executive positions leaving them no time for technical participation in the work of the Farm.

Consultants submitted written guidelines for the production of each crop and were then expected to monitor the growing of the crop to ensure that the recommendations were being followed. Working at the Farm was an additional responsibility for these agronomists, many of whom already had heavy work-loads, and they received no financial reward for this extra work in spite of being designated as consultants. Not surprisingly, therefore, there was a variable level of involvement in, and commitment to, the work of the Farm. Many consultants also complained about the failure of Farm staff to perform operations at the correct time.

Promotions, transfers and emigration have led to a fairly heavy turnover of consultants. At the same time increasing specialisation has reduced the number of persons willing and capable of handling all aspects of production of individual crops.

In an attempt to mitigate the effect of this last-mentioned problem two levels of responsibility for agronomists were defined in the 1970's : (a) active involvement in the production of the crop, i.e. similar to the previous style of operation, and (b) consultant, i.e. being called in for advice only when specific problems arose.

A further solution to the 'agronomist problem' is being tried in 1977. The Department of Crop Science at the University has accepted responsibility for the technical operation of the Farm. The only food crop agronomist in the Department° - who has a heavy teaching commitment - has been put in charge, with the assistance of a young graduate on secondment from the Ministry of Agriculture.

A Farm Supervisor is responsible for the day-to-day operation of the Farm drawing on the crop production recommendations made by consultants. One individual has filled the post since the beginning of the Farm and has thus provided continuity in Farm operations against a background of changing agronomists.

The role of Farm Supervisor has been under debate since the Farm was started. It was reasoned and eventually accepted that since the Farm was to demonstrate crop production techniques appropriate for adoption by farmers, a Farm Supervisor with practical experience but little formal agricultural training would be most appropriate. It was felt that the capabilities of such a person would act as an in-built deterrent to the development and demonstration of production techniques which were too sophisticated for adoption by farmers.

The counter-argument, which was raised initially, was that operation of a 20 hectare farm growing a range of crops, was a task calling for a high level of skills, particularly as some of the crops and many of the production techniques had never been attempted previously.

In the early years, many agronomists visited almost daily, the crops for which they were responsible. In this situation the need for initiative on

---

°One of the authors of this paper - R.A.I. Brathwaite.

technical matters by the Farm Supervisor was very limited. For reasons explained above, the involvement of agronomists in the operations of the Farm has diminished, also the objectives of the Farm fave been changed from demonstration to development. In this changed situation the need for a more technically qualified Supervisor, able to participate fully in the development of production systems and techniques has become increasingly apparent. Failure to effect a change of personnel has become a major limitation to the operation of the Farm in the 1970's. The change has not been made because the post of Farm Supervisor is not controlled by the Management Committee, but by Texaco Trinidad Inc. who appear to be constrained in their action by trade union agreements.

The first full-time professional appointment was made in 1971 when a Research Fellowship in Farm Management was funded at the University by Texaco Trinidad Inc.° This appointment coincided with the change in the policy - to concern with commercial feasibility and applicability - and reflected an awareness that the effectiveness of the Farm had declined in recent years.

The Research Fellow worked closely with the Management Committe, of which he was a co-opted member, in effecting the new objectives. Principally this involved (a) concentrating work on fewer crops in order to achieve greater impact, (b) choosing crops which appeared to have processing possibilities for concentrated work, since markets for fresh produce were limited, (c) investigating cropping combinations (systems) which might be suitable for small farmers, (d) learning more about small farmer cropping systems and (e) investigating new crop production techniques on small farms.

At the same time efforts have been made to improve the operational efficiency of the Farm. Also the production techniques and cropping systems have been subject to systematic economic analysis, complementing the technical analysis.

The new direction in the work of the Farm has been severely constrained by the declining number of agronomists. As a result, the agronomic analysis of crops at the Farm and commercial cropping systems has been considerably less than optimum. In fact, for some time the Research Fellow had to act as an agronomist in formulating crop production practices.

(vi) Finance : The Farm is financed from two sources (a) the sale of produce, and (b) subventions from Texaco Trinidad Inc.

As far as the authors are aware, at no time has the Farm programme been restricted by financial considerations. This freedom has enabled the work programme to concentrate on priorities within the specified objectives. Principally this has meant that crops could be grown for which no present market exists and that the development of processing techniques could be supported.

Some inconvenience has been caused, however, by the financial procedures of Texaco Trinidad Inc. and the University (through which some of the fi-

---

°One of the authors of this paper - J. Cropper - has held this post since that time.

nancial transactions are made). For example, the purchase of supplies has sometimes been delayed, also the marketing of produce cannot be carried out through the more important commercial channels open to farmers.

(vii) Marketing : For most of the life of the Farm, marketing has been performed by the Farm Supervisor, acting under the policy guidelines of the Management Committee and under the financial restraints of the University. Goods are sold to supermarkets and institutions, as well as to private traders and the few consumers who come to the Farm to purchase. For crops which are particularly expensive to harvest and for which suitable buyers can be found, produce is sold 'in the field' to be harvested by the purchaser : examples include cassava and sorrel. The Farm is not permitted to trade in the wholesale market in Port-of-Spain.

Difficulty has sometimes been experienced in selling crops produced in quantities larger than the normal traded amounts. This indicates that the marketing system is geared only to relatively small quantities of goods at any one time. This problem was one reason for the policy decision to concentrate on crops which have potential for processing.

At present there are few food crops being locally produced for processing - reasons for which have been discussed elsewhere (4) - therefore, the Farm has sought to assist in solving some of the problems associated with producing for the processing market. Thus, co-operative efforts have been made with institutions working on the technology of processing, such as the University of the West Indies and the Caribbean Industrial Research Institute.°

(viii) Economic Evaluation : Concern with the economics of the crop production techniques and systems being explored at the Farm has been evident from the beginning. Texaco Trinidad Inc. supported the appointment of a Graduate Assistant in Farm Management at the University until 1971, when the Research Fellow was appointed. The work of the Graduate Assistant and part of the work of the Research Fellow has been to monitor the economic performance of crops produced. Records are therefore maintained of all operations carried out at the Farm, and of all produce which is sold. (Some of the early crop records are incomplete).

Results of the economic analysis should be used to modify subsequent crop production practices. It is evident, however, that this has not always been the case, since the records show certain 'unprofitable' crops being grown for several years without change in the production system, e.g. slung wire system for support of yams. In other cases, however, economic evaluation has led to the search for different production practices : for example, mechanical harvesting of pigeon peas and sorrel.

(ix) Extension : Records show that there was a steady stream of visitors in the first few years. Perhaps this was due to the novelty for both ex-

---

°See, for example, the paper to be given at this Conference by S. Thomas.

tension officers and farmers of seeing relatively large acreages (for Trinidad) of food crops being produced in pure stands. As the novelty wore off and there was nothing new to demonstrate, interest in visiting the Farm waned. In the early part of the 1970's only the occasional person and group visited the Farm. More recently, however, special interest groups have been organising visits, when items of particular interest were to be seen, for example pigeon pea farmers, sorrel farmers.

Drawing heavily on work done at the Farm, a number of extension leaflets and bulletins were published by the Ministry of Agriculture in the 1960's. (5) Texaco Trinidad Inc. assisted in this exercise by paying for their printing. More recently, in spite of expressed interest in these publications, the Ministry of Agriculture has not sought to update and re-issues these bulletins.

In spite of the large amount of work done in the 1960's very little has been reported. Technical bulletins were produced on a few crops - yams, Irish potato, sweet potato, corn and pigeon peas - but these were far from comprehensive. (6) A brief review was, however, published on the first ten years of operations (7), and since 1972 Annual Reports have been published. (8)

(x) Outreach : Concern with the applicability of the techniques and systems developed at the Farm, while always present, has only found formal expression in recent times. Studies have been made to better understand the nature of commercial farming systems, particularly cane farming (in keeping with the Farm's objectives).° Crop production techniques in the process of development have also been tried out by a few cooperative commercial farmers - with yellow mature blackeye beans for processing, and late planted row-crop production of sorrel. This is still, however, a very modest part of the work of the Farm.

(xi) Crop Selection : The Farm has always sought to contribute to the national goals for agriculture. The expression of these goals has not always been clear, and the stated goals have also changed over time. This led to the identification of certain (changing) crops.

There have, however, been other factors determining crop choice. It was desirable to obtain an agronomist with sufficient knowledge and experience of the crop to be able to serve as a consultant - problems of which have already been discussed. Secondly, since the Farm was intended to test and demonstrate new technology, if no new technology was coming forward after a time the continued production of the crop could not be justified. Also if a crop could not be produced profitably, and there appeared to be no possibility of this being achieved this was an added reason for not producing the crop.

The interplay of these various factors has caused a changing emphasis in the crops grown at TFCF since its inception.

In the early years, the main crops grown were the "basic" food crops

---

°Studies of cane farming were done as student projects under the supervision of the Research Fellow.

which were at that time either imported in large quantities or were only produced locally using traditional small-farm techniques. These crops included : field corn, sweet potato, dry beans (blackeye and red kidney) and pigeon peas. Other root crops (yams, eddoe, tannia and the exotic Irish potato) and some vegetables (especially carrot, onion, sweet corn, and tomato) were also grown although on a much lesser scale. Appendices I and II show the areas and number of plantings of each crop since 1966-67.

In the 1970's root crops have progressively declined in importance, although more interest is now being taken than ever before in cassava - part of a world-wide trend. Dry beans (particularly blackeye) received considerable attention early in the 1970's but subsequently interest has shifted to production of blackeye for canning and to the production of (dwarf) bodie. Interest in pigeon peas has also intensified with the introduction of dwarf types suitable for row crop production.

Field and sweet corn have been produced regularly throughout the life of the Farm, but interest has declined of late in both crops. With field corn (and soyabean) the reason is the inception of the Chaguaramas Agricultural Development Project for which large-scale mechanised production of these two crops is the priority. The Farm has not been able to develop a continuing co-operative programme on the processing of sweet corn, as had been hoped, and therefore this crop has become less important of late.

Vegetables became a priority in the early 1970's - principally tomato, cabbage and sweet pepper, but only work on tomato has been continued. An intensive vegetable programme could not be sustained because of the high level of management which is required.

Plantain and papaw were grown from early in the life of the Farm, but interest has been sustained only in papaw, which continues to claim considerable attention in spite of only one crop being grown at any one time. Physical wind damage appears to be the major constraint to successful production of plantain.

The only completely new crop, in recent times, which is an important part of the Farm programme is sorrel.

The cropping programme for the 1977 wet season is given in Appendix III.

It is worthy of note that although the total area of crops grown has been approximately halved since 1966-67 the intensity of investigation, as measured by the total number of plantings, has been maintained. (Appendices I and II).

(xii) Cropping Systems : When the Farm was started an attempt was made to institute a rotation based on cereals, root crops and legumes, following in a general way a pattern established in temperate countries. This was not found to be practical because of the varying duration of crops and the possibilities of almost year-round growth. (9) Subsequently, one-year rotations based on corn and soya bean were investigated for several years.

In the early 1970's there was considerable interest in mixed cropping

and combinations of corn and cassava, and corn and pigeon peas were examined. (10) There has been no sustained mixed cropping programme since that time, but occasionally combinations have been observed, e.g. corn and yams, ochro and ginger, sorrel and bodie. More recently and up to the present time, intensive sequential cropping combinations are being examined, using a variety of crops. The most ambitious of these systems attempts to grow four crops in one year without irrigation. Sequential cropping systems involving the late planting of sorrel preceded by other crops are also under study.

SUMMARY OF CROP PERFORMANCE

Production of may crops has been profitable, but since the work programme has been concerned, especially in the 1970's, with solving the problems of the selected crops, the difficulties are represented in the results achieved. In Appendix IV is a ranking of the main technical and cost of production constraints to the production of crops at TFCF. Weed control stands out as a major problem. Persons interested in further details, including crop costings, are referred to the Annual Reports, (8).

The minimum field size for commercial crops was 0.2 ha., though for many of the cereals, root crops and legumes, field size was usually 0.4 ha. or more. The maximum area grown of one crop at one time was 4.0 ha. - but this was unusual.

Cereals

Field Corn (*Zea mays*) : This has been one of the most common crops cultivated. Pioneer hybrids, X306 in particular, have been grown and yields of over 3,400 kg. of dry corn per hectare have been obtained. The crop was frequently used as a cheap and potentially profitable means of occupying and clearing lands. Dry corn production was not a profitable enterprise. A profit was readily made, however, if all or part of the crop was sold as green corn for boiling and roasting, although vendors tended to discriminate against the Pioneer hybrids when alternative supplies were available.

Sweet Corn (*Zea mays*) : The cultivar PR 50 was frequently grown and yields of over 25,000 ears/ha, could be achieved (38,000 ears/ha. was the highest yield). This cultivar performed better than Trop II which although producing a better canned product (studies were conducted by U.W.I.) was susceptible to corn ear worm and army worm attack during wet season production. The main problems of this crop are the need for good marketing arrangements because of the rapidity with which maturity occurs (particularly in dry weather) and varietal decline since seeds are usually retained from successive plantings. The major cost item is harvesting and cleaning the ears.

Legumes

Blackeye Bean (*Vigna unguiculata*) : California N°. 5 blackeye bean was produced initially for shelled dry beans with poor results averaging less than 450 kg/ha. Emphasis of the work was shifted to the production of yellow mature pods for processing in collaboration with CARIRI. The removal of seeds after planting and damage to germinating seedlings by pigeons, pest and weed

control, twining of plants and variable yields are the main problems experienced.

Bodie (Vigna unguiculata) : Yields of over 9,000 kg./ha. have been obtained with Los Banos Bush Sitao N°. 1 at planting dates throughout the year. Canning studies have indicated that an acceptable product can be produced provided that the pods are not over-ripe. Problems experienced in the production of the crop include ; pigeon damage to seeds and germinating seedlings, post and weed control and the high cost of harvesting.

Gug Gub (Vigna unguiculata) : Poor results were recorded with Texas Cream N°. 40 for dry seed. There is probably scope for the production of this crop for processing yellow mature beans. Untimely weed and pest control are known to significantly affect the performance of the crop.

Mung Bean (Phaseolus aureus) : A relatively new crop which has only been grown at the Farm since 1972. It appears to be a good catch crop with good commercial potential. A package of practices is still being developed for its production. Harvesting can be troublesome since the crop matures unevenly. Mechanical harvesting and threshing trials are being undertaken.

Pigeon Pea (Cajanus cajan) : This has continued to be one of the more important crops grown. During the early years of the Farm yields of 2,000 - 3,000 kg/ha. green pods were obtained with indeterminate cultivars but the crop was not considered profitable since hand-picking was very costly. The introduction of the row cropping system using the semideterminate cultivars planted in December and January, gave disappointing results, never living up to its reported potential of 4500 kg. per ha. (11) (12) The recently released day neutral-type developed in the breeding work of the Grain Legume Programme of the Faculty, however, appears to be promising. Weed control and harvesting remain the main problems. Mechanical harvesting studies have been conducted and a proto-type harvester produced.

Red Bean (Phaseolus vulgaris) : Several crops were grown in the early years, but average yields were only 450 kg. per ha. The highest yield obtained, on a small plot, was 1400 kg. per ha.

Snap Bean (Phaseolus vulgaris) : Crop performances have been variable with yields ranging from 300 - 8,000 kg./ha. Results indicate that better returns were normally achieved when planted in the late wet season. Cultivar Top Crop was a better performer than Contender, although it is less preferred by vendors.

Soyabean (Glycine max) : This crop has been cultivated commercially in rotation with corn with disappointing results. Poor plant stand, late and improper weed control and lack of seed inoculation were the main factors which resulted in the low yields recorded. Experimental results, however, were the basis for adoption of this crop at C.A.D.P.

Root Crops

Cassava (Manihot esculenta) : Cassava has not been an important crop. Average yield has been about 4,000 kg./ha. using local varieties. Harvesting is a major problem and studies on mechanical harvesting are being con-

ducted. The unavailability of a ready market frequently results in the crop being sold 'in the field'.

Irish Potato (Solanum tuberosum) : This crop was cultivated during the initial years but low yields - from 4,000 to 9,000 kg. per ha. made it unprofitable. Consideration is being given to a re-examination of this crop since new cultivars are now available from I.P.I.

Sweet Potato (Ipomoea batatas) : The 049 cultivar has been cultivated annually with variable results. Yields as high as 16,000 kg. tubers/ ha. have been recorded but are more commonly 5,000 - 10,000 kg./ha. Weed control, Megastes infestation and the high cost of semi-mechanised harvesting are many constraints.

Yams (Dioscorea spp.) : Variable results have been obtained with Lisbon. Attempts to reduce cost of staking and harvesting, have met with little success. Yields are normally less than 10,000 kg./ha. but occasionally up to 15,000 kg./ha. was obtained. Often, small and damaged tubers made up 50 per cent of the total harvest.

Other Root Crops, Tannia (Xanthosoma sagittifolium), Eddoes (Colocasia esculenta var. antiquorum) and Dasheen (Colocasia esculenta var. esculenta) were cultivated occasionally in the early years but no records are available.

Vegetables & Other Crops

Cabbage (Brassica oleracea) : Only one good crop with a yield of 13,000 kg./ha. was produced. At least four crops were unprofitable because of ineffective control of looper worm by Lannate and low plant population density. An attept at direct seeding was abandoned because of poor germination and heavy weed growth.

Carrots (Daucus carota) : This has not been an attractive commercial crop because of the high risk of establishment. Yields varied from 1,000 to 10,000 kg. per ha.

Hot Pepper (Capsicum annum) : A crop of red hot and red bird peppers was cultivated but was not profitable because of a poor plant population which resulted in reduced yield and increased weed control cost, improper fertilizer management and difficulty in marketing some of the harvested fruits. Harvesting costs were very high.

Onions (Allium sepa var sepa) : Initial attempts at onion culture with cultivar Texas Early Grano were not profitable since almost 40% of the total cost per acre was incurred in nursery preparations and another 40% in transplanting, weeding and harvesting combined even though average yields were 16,000 kg./ha. Direct seeding was adopted in subsequent plantings but only one such crop was profitable giving a yield of approximately 14,000 kg./ha. Weed control was a major problem but soil capping, flooding and poor seed quality often led to crop failure at time of germination.

Papaw (Carica papaya) : Variable results have been obtained in the cultivation of Solo Sunrise (open-pollinated) over the years. This has resulted mainly from varying levels of crop management. Invariably, infrequent and irre-

gular spraying against bunchy top, inadequate roguing and the limited application of fertilizers have led to poor crops.

More recently, better crop management has been practised and two extremely profitable crops were grown. However, the crop is susceptible to a wide variety of pest and disease problems, all of which cannot adequately be controlled and the crop must be considered to be risky. The most financially successful crop had sales of almost $27,000 per hectare and a gross margin of more than $12,000 per hectare. Some 50,000 kg. per ha. of fruit were harvested.

Plantains (Musa paradisiaca) : This crop was cultivated up to 1973. High establishment and maintenance costs and poor yield, as well as poor overall management (heavy infestation of stools by borer, inadequate sucker pruning and inadequate fertilizing), led to the crop being uneconomic. Average yields of only 5,000 kg./ha. were recorded, with the highest being 14,000 kg./ha.

Pumpkin (Curcurbita pepo) : Disappointing results were frequently obtained with the culture of this crop, the cost of production of which was usually extremely high. Yields were normally low ranging from 3,000 to about 4,500 kg./ha., the maximum yield was 11,000 kg./ha. Pre-germinated seeds in polybags apparenthly have no advantage over direct seeding in terms of better land utilization and improved yield.

Sweet Pepper (Capsicum annuum) : Most cultivations of this crop were extremely poor, having low yields and negative gross margins. The main cause was inadequate and untimely weed control. However, one extremely profitable crop which was established early in the dry season yielded approximately 14,000 kg. of saleable fruit per hectare.

Tomato (Lycopersicon esculentum) : This has been the most important vegetable crop to be grown. In many instances only the dry season crops have been profitable. Yields for the wet season have varied from 300 - 9,000 kg. per ha., whereas yields were from 11,000 to 40,000 kg./ha. in the dry season. Attempts at direct seeding were abandoned because of poor germination and weed growth. Staking and tying can represent as much as 40% of the total cost but it was found that the use of wire trellis was somewhat cheaper than wooden stakes although yields were also lower. Staking in the dry season has been found to be less profitable than leaving the crop unsupported. Floralou has been the traditional cultivar grown but Floradel and the determinate Walter have been cultivated. Inadequate pest and disease control and improper handling have contributed to significant losses of fruit. Within the past two years the newly-released cultivar, Calypso, has been under test with encouraging results.

Sorrel (Hibiscus sabdariffa) : An initial planting with cultivar dwarf early red using the traditional system resulted in an average yield of about 10,000 kg./ha. The main problems were weed control, inefficiency of harvesting labour and the occurrence of a fungal collar rot. In an effort to overcome the weed problem intercropping with bodie was tried. Untimely weed control in the early life of the crops resulted in increased weed control cost and a low bodie yield, but the mixture was not a complete loss. A subsequent crop planted late as a row crop, being sown mechanically in 50 cm. rows thinning to 10 - 15 cm. along the row, gave a yield of 20,000 (manual harvesting once a week appeared optimum) and collar rot occurred in only one or two isolated plants. Further plantings have confirmed that high yields can be obtained by planting in the middle of the wet season. Harvesting has been recognised as a serious pro-

blem in the production of this crop and studies are being conducted on the development of a mechanical harvester.

Other crops, cucumber (Cucumis sations), okra (Abelmoschus esculentus), eggplant (Solanum melongena), peanuts (Arachis hypogoea), sesame (Sesanum indicum) and watermelon (Citrulus lunatus) were also cultivated occasionally, mainly on small plots.

THE PLACE OF TFCF IN AGRICULTURAL DEVELOPMENT

The agricultural sector in Trinidad and Tobago has declined in relative terms to the rest of the economy, and probably in absolute terms also if measured in constant prices. Poultry and vegetables have been the only two subsectors in which output has consistently increased. Important vegetables which are locally grown are tomato, cabbage, bodie, pumpkin, melongene, cucumber, while onion, garlic and carrot, are the most important imported vegetables. Production of food crops has either declined or remained about constant : statistics are extremely poor, but the lack of growth in output is apparent to all. Yet the demand for food crops, as measured by the volume of imports, is high and is growing. Major items of imported food crops are corn, soya bean (meal and oil), dry beans, Irish potato, while wheat flour - another major import - could be replaced in part by locally-produced flour (either cereal or root crop).

During the time that these changes have taken place, Government has had a stated policy of increasing self-sufficiency in food production, and has sought to promote this by distributing approximately 2,000 hectares of State lands to approximately 1,000 farmers, and establishing an Agricultural Development Bank and a Central Marketing Agency. Subsidies and minimum guaranteed prices were also offered.

Failure of this policy of self-sufficiency appears to lie in the continued importation, without duty, of foodstuffs which could be produced locally or for which local substitutes exist. (At present, some imports are even subsidised.) Local farmers had no incentive to produce crops to replace these imports because at the prices at which the competitive products were imported they were unable to earn an adequate return for their labour because of small farm size. Only in vegetable production where there were no competing imports and where output per acre was sufficiently high to compensate for small farm size did total output increase.

Against this background of the agricultural sector it can now be seen why the techniques and systems of food crop production from TFCF have not gained widespread acceptance. (Adoption of vegetable technology has been more commonplace.) The Farm has contributed substantially to the fund of agricultural information and has demonstrated the potential for improvement of a number of crops, but this alone was far from sufficient to bring about an increase in food crop production in the country. However, it is possible to use the information provided by the Farm to calculate the likely costs and benefits to the economy of attempting to induce increased food crop production.

The resources devoted to the Farm have not been wasted. The future of agriculture in Trinidad and Tobago need not necessarily continue as it has in the past - in the doldrums. Change can come about through awareness within the

country, such as the recognition of the potential contribution of agriculture to the creation of income and employment. Alternatively, change may be induced from outside of the country by rising prices and/or unavailability of currently imported foodstuffs. If any of these situations occur, then the experience gained at the Farm over the years can be the starting point for further food crop development.

SUGGESTIONS FOR THE FUTURE OF TFCF

(i) Objectives

(a) Crop Selection : Since self-sufficiency is a stated goal of Government policy in agriculture, and since the major imported items are food staples, the Farm should concentrate on these crops. Present (un) profitability of these crops, even with the best technology, should not impede further work.

(b) Target Group of Farmers to be Served by the Farm : In order for present small farmers to earn a "reasonable" living, agricultural prices (or taxpayers), alternatively farm sizes have to increase in order for farmers to enjoy economies of scale including access to technology which increases labour productivity. In the absence of guidelines from Government on the future direction of policy in this regard, technology developments should be for both the existing small farmers and for a possible future group of larger farmers using a greater degree of mechanisation.

(c) Appropriateness of Technology : Technology which remains unused represents a was e of scarce resources in its development. As such technology which is in the process of development should bear a relationship to the resources of one or more of the farm types referred to above, including the capacity of the farmers to adopt the technology.

(ii) Approach

(a) Location : The Farm is located on above average soils which are not typical of the soils on which food crops are likely to be grown in the future. The Farm is about to lose approximately 6 hectares to urban development and pressures are likely to increase because the Farm is in a prime development area. If the land can be preserved for agriculture, and it should be, it should be devoted to commercial vegetable farming for which it is best suited. The Farm should be relocated on a suitable food crop soil - e.g. Cunupia series.

(b) Agronomic Input : The Farm has been limited for too long by insufficient agronomic input. Fortunately, the Ministry of Agriculture is again building its capability in this area. The programmes of the Crop Research Division at Centeno, Chaguaramas A.D.P., CARIRI and TFCF should be integrated, in order to maximise the returns to scarce resources. Research should be initiated to support and advance the development of commercially feasible cropping systems for staple food crops. Technical resources at U.W.I. and CARDI should continue to be drawn upon.

(c) Labour Relations : Greater flexibility in the use of labour would ease the problems of management.. Direct discussions with the workers's Union would help to clarify the issues limiting the performance of labour. Both

the University and the Union need to be made aware of the peculiar nature of agricultural systems and of what the Farm is trying to achieve, in order that incentives for workers and their fuller participation in the running of the Farm can be realised.

(d) Day-to-Day Management : The person in charge of day-to-day operations at the Farm ought to be capable of intimate involvement in the development of production systems and of exercising initiative meaningfully, especially where agronomic inputs are limited.

(e) Marketing : Existing constraints on the marketing of Farm produce should be removed to allow the full exploration of existing, as well as new marketing outlets. Improved methods of handling, storing, preserving and presenting produce should be undertaken with appropriate technical assistance.

(f) Level of Technology : Some tecnology is appropriate for farms of any size - e.g. new varieties, new agricultural chemicals - while some are limited in their application to farms of different sizes - e.g. size of machines. If systems have to be developed for both small and large farms the production systems therefore need not be entirely different.

(g) Systems Developed : The development of packages of practices for individual crops, for individual crops, for the fresh and processed markets should continue to be a major thrust of work at the Farm. The combination of crops into cropping systems should be the other important area of activity. Factors to be considered in the choice of crop combinations will include : profitability of production, soil preservation, ease of management, weather patterns, and risk.

(h) Outreach : The performance of individual crops and cropping systems should be examined on commercial farms. This would result in a better understanding of commercial farming and of the systems developed, and therefore to the subsequent development of systems and production practices more applicable to farmers.

(i) Information Dispersal : It is desirable that information generated by the work programme be available to a wide audience, including farmers, planners, financiers, processors, research workers and extension workers. A variety of methods, not necessarily limited to the written word, should be used.

References

(a) Cited

1. Geollnicht, J.L.A. (1967) 'Partnership for Progress' in Texaco Food Crops Demonstration Farm Bull. 1.

2. Cited in Cropper, J. 'The Present and Future Programme of Work' in Cropper, J. (ed) (1974) The First Decade Texaco Food Crops Farm Report U.W.I., Trinidad.

3. Derived from Brown, C.B. and Bally, G.S. (1970) Soils of Central Trinidad Land Capability Survey of Trinidad & Tobago, N°. 4, Government Printery.

4. Pantin, D.A. and Cropper, J. Fruit and Vegetable Processing in Trinidad and Tobago : Strategy for Development and the Selection of Priority Products forthcoming.

5. Carr, T.W.A. (1968) Succession (Rotation) in Vegetable Growing. Farmers Bull. 1 Ministry of Agriculture, Trinidad & Tobago.

Carr, T.W.A. (1968) Carrot Growing Farmers Bull. 2.

Carr, T.W.A. (1969) Production of Red Kidney Bean Farmers Bull. 12.

Cross, L. (1968) Corn Farmers Bull. 3.

Cross, L. (1968) Yams and Sweet Potatoes Farmers Bull. 4.

Cross, L. (1968) Pigeon Peas Farmers Bull. 5.

6. Haynes, P.H. and Thomas, S.M. (1967) Irish Potatoes 1964-1966 Texaco Food Crops Demonstration Farm Bull. 2.

Haynes, P.H. and Thomas, S.M. (1968) Yams 1964-1965 Texaco Food Crops Demonstration Farm Bull. 3.

Haynes, P.H. and Thomas, S.M. (1968) Sweet Potatoes 1965-1967 Texaco Food Crops Demonstration Farm Bull. 4.

Cross, L. and Thomas, S.M. (1968) Pigeon Peas 1965-1967 Texaco Food Crops Demonstration Farm Bull. 5.

Cross, L. and Thomas, S.M. (1969) Field Corn Texaco Food Crops Demonstration Farm Bull. 6.

7. Cropper, J. (ed) (1974) The First Decade Texaco Food Crops Farm Report, U.W.I., Trinidad.

8. Cropper, J. (1975) Annual Reports 1972-73, 1973-74 Texaco Food Crops Farm Report, U.W.I., Trinidad.

Cropper, J. (1976) Annual Report 1974-75 Texaco Food Crops Farm Report, U.W.I., Trinidad.

9. Carr, T.W.A. and Parasram, S. 'Changes in the Farm Organisation and Cropping Programme' in Cropper, J. (1974) op. cit.

10. Shekour, G. (1973) A Study on Systems of Intercropping Corn and Pigeon Pea in Trinidad M.Sc. Thesis, U.W.I., Trinidad.

11. Spence, J.A. and Williams, S. (1971) A new Look at Pigeon Peas paper at 9th meeting of Caribbean Food Crops Society.

12. Cropper, J. and Arzu, N. (1974) An Evaluation of a New System of Pigeon Pea Production in Trinidad & Tobago paper at 12th meeting of Caribbean Food Crops Society.

APPENDIX I. Area (hectares) of Crops Grown at Texaco Food Crops Farm : 1966/7 - 1976/7

	1966/7	1967/8	1968/9	1969/70	1970/1	1971/2	1972/3	1973/4	1974/5	1975/6	1976/7
Root Crops											
Sweet potato	3.7	3.3	7.3	4.1	2.5	0.8	2.1	1.7	0.8	0.4	0.6
Yams	1.7	1.7	2.1	2.1	2.5	3.7	2.5	0.4	-	0.4	-
Irish potato	2.7	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cassava	-	0.4	0.2	0.2	0.2	-	1.2	0.4	0.8	0.4	0.8
Eddo	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tannia	0.4	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Cush-cush	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Legumes											
Dry beans B.E. & R.K.	4.1	3.5	-	0.2	2.5	2.7	1.3	-	-	-	-
Snap beans	0.2	-	-	-	-	1.5	0.8	0.2	-	0.2	0.6
Bodie beans	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.3	1.5	1.3
Blackeye beans (proc.)	-	-	-	-	-	-	-	1.7	0.6	5.9	-
Pigeon Pea	2.5	3.5	4.1	4.1	0.8	2.9	2.7	2.5	1.5	1.3	0.4
Mung bean	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	0.6
Peanut	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soya bean	0.8	-	0.8	0.6	0.8	1.3	0.8	0.2	-	-	-
Cereals											
Field corn	3.5	5.1	5.1	4.7	4.7	4.5	4.3	2.5	0.6	0.4	0.8
Sweet corn	1.5	2.7	2.9	2.1	1.3	2.7	0.8	1.5	0.6	1.9	1.5
Sorghum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4

B.E. = Blackeye
R.K. = Red Kidney

APPENDIX I (Cont'd)

	1966/7	1967/8	1968/9	1969/70	1970/1	1971/2	1972/3	1973/4	1974/5	1975/6	1976/7
Vegetables, etc.											
Sesame	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pumpkin	0.2	1.7	1.5	1.5	1.3	0.8	-	-	-	-	-
Tomato	0.2	0.4	0.2	0.2	1.3	1.5	1.3	0.8	1.3	0.8	2.1
Sweet pepper	0.2	-	-	0.2	1.1	1.3	0.4	-	-	-	
Carrot	0.4	0.4	0.2	-	0.8	-	-	-	-	-	
Cabbage	0.4	-	-	0.2	-	0.4	0.8	0.2	-	-	
Onion	0.2	0.2	0.2	0.5	-	-	0.2	0.6	0.8	-	0.2
Shallot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4
Cucumber	-	-	-	-	0.4	0.6	-	-	-	0.4	-
Melongene	-	0.4	-	-	-	-		-	-	-	
Ochro	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.2
Watermelon	-	-	-	-	0.2	-	-	1.3	-	-	
Hot pepper	-	-	-	-	-	-	0.4	-	0.4	-	
Sorrel	-	-	-	-	-	-	-	1.7	0.8	0.8	1.7
Ginger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.4
Plantain	0.4	-	0.8	0.2	2.1	-	0.8	-	-	-	-
Paw paw	0.2	0.4	0.8	-	2.1	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Total	24.0	26.3	26.4	20.9	24.6	25.5	21.4	16.9	10.3	15.4	12.8

APPENDIX II. Number of Plantings of Crops Grown at Texaco Food Crops Farm: 1966/7 - 1976/7

	1966/7	1967/8	1968/9	1969/70	1970/1	1971/2	1972/3	1973/4	1974/5	1976/6	1976/7	Total n°. of Plantings
Root Crops												
Sweet potato	9	5	7	5	3	2	4	2	3	2	2	44
Yams	1	3	3	2	3	6	2	1	-	2		23
Irish potato	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Cassava	-	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	8
Eddo	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Tannia	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Cush-cush	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Legumes												
Dry beans B.E. & R.K.	2	3	-	1	6	5	4	-	-	-	-	21
Snap beans	1	-	-	-	-	1	2	1	-	1	2	8
Bodie beans	-	-	-	-	-	-	-	4	6	6	5	21
Blackeye beans (proc.)	-	-	-	-	-	-	-	5	3	5	-	13
Pigeon pea	1	1	1	1	1	4	4	3	4	1	1	22
Mung bean	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	5
Peanut	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Soya bean	1	-	1	2	2	2	2	1	-	-	-	11
Cereals												
Field corn	3	4	3	4	5	6	11	4	3	2	3	48
Sweet corn	5	5	6	2	3	6	2	4	3	9	6	51
Sorghum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2

B.E. = Blackeye
R.K. = Red Kidney

APPENDIX II (Cont'd)

	1966/7	1967/8	1968/9	1969/70	1970/1	1971/2	1972/3	1973/4	1974/5	1975/6	1976/7	Total n°. of Plantings
Vegetables, etc.												
Sesame	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pumpkin	1	1	2	1	2	1	-	-	2	-	2	12
Tomato	1	2	1	1	3	5	3	3	6	5	7	37
Sweet pepper	1	-	-	1	3	3	1	-	-	-	-	9
Carrot	2	2	1	-	2	-	-	-	-	-	-	7
Cabbage	2	-	-	1	-	1	2	1	-	-	-	7
Onion	1	1	1	1	-	-	1	1	2	-	1	8
Shallot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Cucumber	-	-	-	-	1	2	-	-	-	2	-	5
Melongene	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ochro	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	4
Watermelon	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2
Hot pepper	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2
Sorrel	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4	7	14
Ginger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Plantain	1	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	5
Paw paw	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	10
N°. of Plantings/year	41	35	32	24	37	46	44	34	36	44	47	
N°. of Crops per year	20	16	16	14	15	15	17	16	12	15	17	

APPENDIX III. Cropping Programme Wet Season 1977

	Planting Date	Area (ha)
Continuation of Existing Programmes		
Pigeon peas		
Seed Multiplication of new day neutral cultivar	May	0.4
Technical Evaluation of mechanical harvester	May	0.2
Tomatoes		
Evaluation of variety Calypso	mid-July mid-October	0.4 0.4
Papaya		
Evaluation of Solo (to be intercropped with 1st crop Mung, 2nd crop - Pumpkin)	early September	0.4
Blackeye		
CARIRI processing project	early July	2.0
Sorrel		
Evaluation of time of planting	mid-August to mid-December	0.2 ha at each planting
1. (Planting at monthly intervals starting mid-August until mid-December.)		
2. Crops to be planted before sorrel at each planting date are Bodie, Sweet Corn, Pumpkin, Hill Rice and Sweet potato.		
Evaluation of mechanical harvester (CARIRI)	June-July	0.2
Intensive Cropping		
Continued Evaluation from 2-4 crops (pure stand) in cropping systems	June	0.2 ha/system
1. 4 crops - Contender beans, Sweet Corn, Bodie/Okra, Pigeon pea		
2. 3 crops - Bodie, Cucumber, Pigeon pea		

APPENDIX III (Cont'd)

	Planting Date	Area (ha)
3. 2 crops - Pigeon pea, Onions or Sweet potato		
4. 2 crops - Dry Corn, Sweet potato		
Re-Evaluation of Crops Previously Grown on Small Scale		
Mung Bean		
Evaluation of pure stand and investigation of harvesting methods	early August	0.4
Cassava		
Initial Evaluation of new high yielding cultivars		
New Crops		
Hill Rice		
Evaluation of 1R5 cultivar	June	0.2
Commercial Crops		
Pioneer Hybrid Corn (green)	mid-July	0.4
Bodie (seed)	October	0.2
Experimental Work		
Tomato		
Evaluation of new cultivars	End May/June	0.2
Corn		
Insect control	End May/early June	0.2
CIMMYT trial	June	1
Weed control		
Sorrel Bodie Corn		
Phaseolus Beans		
Evaluation of dry bean cultivars		

APPENDIX III (Cont'd)

	Planting Date	Area
		(ha)
Intercropping - Ginger and Blackeye	May/June	0.2
Grain and Forage Sorghums		
Evaluation of time of planting in grain and forage sorghums	September	1
Cultivation of 2 TFCF vars for livestock feeding (foilage)		

Outreach Programmes

These programmes involve the TFCF with other agencies or institutions. In most instances the TFCF is the core for the programme.

Blackeye

CARIRI Processing Project/ Blackeye being cultivated during the wet season at Redlow Manor Farm, CADP (Fiarco) and small farmers in Bejucal area.

Sorrel

In Co-operation with Orange Grove National Sugar Co. - crops being produced for processing at sorrel plant.

Pigeon Pea

In collaboration with Faculty of Agriculture Grain Legume Programme - involving small and large scale farmers.

APPENDIX IV. Technical and Cost of Production constraints to the Production of Crops Grown at TFCF

	Seasonality of production	Low yield	Variable yield	Spacing	Fertilizer	Poor taste	Poor storing	Poor processing	Pest & disease control	Weed control	Post harvest handling	Cultivar	High cost - planting	- weed control	- pest & disease control	- harvesting	Praedial larceny
Field corn	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2
Sweet corn	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	1	1	0	0	0	1	2
Blackeye bean	0	3	2	0	1	0	1	0	2	2	2	1	0	2	2	3	1
Bodie (yellow mature)	0	0	1	0	1	0	1	0	2	2	1	1	0	2	2	3	2
Gub gub (dry)	0	2	2	0	1	0	0	0	2	2	1	1	0	2	3	1	0
Mung bean	0	3	1	1	2	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	3	0
Pigeon pea	1	?	?	1	1	?	0	?	?	2	0	?	0	2	1	2	1
Red bean	2	3	2	0	1	0	0	0	2	2	0	1	0	2	3	1	0
Snap bean	1	1	2	0	1	1	0	?	2	2	0	1	0	2	2	3	2
Soya bean	0	3	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	1	1	0
Cassava	1	3	2	1	1	1	2	?	0	1	1	2	1	2	0	3	0
Irish potato	3	3	3	1	1	0	1	?	2	1	2	3	3	1	2	3	0
Sweet potato	1	2	3	0	0	0	2	0	3	3	2	0	1	3	2	3	0
Yams	2	2	3	0	0	0	0	0	1	2	1	2	2	2	0	3	0
Paw paw	1	1	2	0	1	0	2	1	3	1	3	0	2	1	2	1	1
Plantains	1	3	1	0	1	0	1	0	3	1	0	1	3	0	3	1	1
Cabbage	0	2	3	1	1	0	0	-	1	2	0	1	2	3	2	0	1
Carrot	0	2	2	1	1	0	1	1	1	3	0	1	0	2	2	3	0
Hot pepper	0	1	2	0	1	0	1	1	0	2	0	0	1	2	0	3	0
Onions	2	1	2	0	1	0	3	?	1	3	2	2	-	3	-	2	1
Pumpkins	1	3	2	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1

APPENDIX IV (Cont'd)

	Seasonality of production	Low yield	Variable Yield	Spacing	Fertilizer	Poor taste	Poor storing	Poor processing	Pest & disease control		Post harvest handling	Cultivar	High cost - planting	- weed control	- pest & disease control	- harvesting	Praedial larceny
Sweet pepper	0	2	2	0	1	0	1	0	2		0	0	1	2	1	3	0
Tomato	2	1	2	1	1	0	2	2	2		2	1	1	2	1	2	0
Watermelon	2	2	2	0	1	0	0	0	1		0	1	0	2	1	0	3
Sorrel	3	1	1	2	2	0	2	0	1		1	1	0	1	1	3	0

Score : 0 = no problem 3 = major limiting problem

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 165-168, 1977.

A PLAN FOR REGIONAL TESTING

PIGEON PEA VARIETIES

by

J.A. SPENCE, R.P. ARIYANAYAGAM, J. CROPPER

The adoption of improved crop varieties and technology at the farm level is frequently slow and in many instances, limited to a small percentage of the overall area devoted to the crop. This is partly due to the lack of faith on the part of farmers in the yield achievements of experimental farms. Their suspicions can be alleyed if the potential of new varieties or technologies could be demonstrated at farm level, since having observed improved performance at close range, they are less likely to reject them. The U.W.I. Grain Legume Programme has embarked on such a programme in Trinidad using the new pigeon pea varieties for year round row cropping. The envisaged regional testing project is, in principal, the extension of the Trinidad approach so as to make available to farmers in the other regions the benefits of year round pigeon pea production.

Prior to undertaking demonstrations on farms, it will be necessary to ascertain the suitability of the new varieties and technology in the different regions. Therefore, the first objective in this project is to test the flowering and production potential in experimental stations at different latitudes. The new varieties may not be qualitative short day plants, hence their performance may differ according to day length and may be also affected by other factors.

It is proposed that this evaluation be conducted by planting at four (4) times a year at intervals of 3 months. The 2 varieties and a local commercial variety can be grown in unreplicated plots consisting of 200 to 300 plants of each variety spaced 1' x 9" for the new varieties and the locally recommended spacing for the local variety. Data to be collected are listed in Appendix 1.

A number of potentially day neutral lines have been developed that do not possess outstanding agronomic characters but which could be suitable parents for future breeding programmes. As a back up project for the above, as soon as sufficient seeds of these are obtained, they would be made available.

Smaller plots, 110 to 150 plants, are proposed for this latter material and 3 plantings per year. The planting distance and data to be taken could be similar to those indicated earlier. It might be possible to identify materials which have year round flowering quality over a wider geographical range than the present ones.

The second objective is to test at farm levels the varieties found suitable in the initial test. The procedure may be as follows :

(a) Small Farms (less than 4 ha.)

(i) Identify approximately 15 small farmers willing to cooperate, to include those already growing (old) pigeon peas and those having cropping systems not including (old) pigeon peas. Farms on both flat land and on hill sides could be covered as well as farmers growing peas at different times of the year.

(ii) Note farmers intended cropping programme without (new) pigeon peas.

(iii) Make inventory of farm resources (land, family labour, capital, etc.) in order to describe the constraints within which the farmer operates.

(iv) Record farmers'attitudes, ideas, suggestions, etc. about (new) pigeon peas - before, during and after the crop is grown.

(v) Record inputs (labour, materials, etc.) and output of each farm enterprise - attempting to assess the effect, if any, of the new enterprise on other enterprises. Detailed records are necessary in order to properly understand the internal dynamics of the farm operations - weekly visits to the cooperating farms are envisaged. The detailed recording requires that each farm will be a case study in itself.

(vi) Evaluation will involve both examination of individual case studies, in which the performance of pigeon peas is examined in the context of the specific farm environment, as well as simple statistical techniques for farm modelling.

(vii) Note, in particular, changes made in production practices for (new) pigeon peas and in the farm cropping programme.

(b) Medium Farms (4 - 20 ha.)

(i) Identify farmers willing to cooperate. As many farmers as are willing to cooperate up to a maximum of approximately 20 can be accommodated. The assistance given to these farmers could consist of free planting material.

(ii) Recording of inputs and output on these farms will concentrate on the pigeon pea enterprise, rather than on the place of pigeon peas in the whole farm system since these farms appear to be much more flexible in their organisation than the small, more traditional farms. But other enterprises can be recorded for comparison. It is likely that some farmers will be able and willing to participate in the recording exercise.

(iii) Evaluation will include assessment of the technical and economic performance of the crop in relation to soil type, time of year, degree of mechanisation, etc.

Participation in these programmes is invited from Food Crop Scientists in the Caribbean region. Seed will be initially provided by the Grain Legume Programme at the University of the West Indies.

(i)

APPENDIX 1

PIGEON PEA REGIONAL TEST

GENERAL NOTES AND OBSERVATIONS ON

STATION NAME AND LOCATION .....

.....

COOPERATORS .....

LATITUDE.....LONGITUDE.....ALTITUDE.....

DATE OF PLANTING .....

DATE OF EMERGENCE .....

DATE OF THINNING .....

RAINFALL (MM) JAN.....MAY.....SEPT.....

FEB.....JUNE.....OCT.....

MARCH.....JULY.....NOV.....

APRIL.....AUG.....DEC.....

PLOT SIZE .....

SPACING .....

DATE OF HARVEST .....

PEST AND DISEASE NOTES .....

.....

.....

.....

.....

INSECTICIDE APPLIED -

DATE .....KIND.....RATE.....

(ii)

Cultivar	Stand count	Veg. vigour	Days to 50 % flower	Plant ht.	Plant spread	Branching	Days to maturity green	Days to maturity dry	Yield Kg/ha	Remarks

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 169-176, 1977.

AN ECONOMIC APPROACH TO THE DETERMINAITON OF TECHNICAL RESEARCH PRIORITIES IN CROP PRODUCTION : A CASE STUDY OF SELECTED VEGETABLES IN TRINIDAD & TOBAGO°

by

J. Cropper
The University of the West Indies, Trinidad

INTRODUCTION

(i) National Objectives. An examination of Government's Development Plans and the reported statements of Government officials suggest that there are four main objectives for the development of agriculture in Trinidad & Tobago.

These are :

(a) to reduce or eliminate dependence on foreign food supplies ;

(b) to generate employment ;

(c) to generate income ;

(d) to meet the nutritional requirements of the population at 'reasonable' prices.

(ii) Production of Selected Vegetables. It is estimated that in 1974 production of some of the more important vegetables produced in Trinidad & Tobago was as follows :

	(m.kg)
Cabbage	7.0
Tomato	10.7
Pumpkin	4.4
Green Peas & Beans	0.8
Melongene	3.8
Pigeon Peas	3.3(1)

Because of the problems of estimating vegetable production and the rudimentary methods by which the estimates are made, these figures should be only used to indicate 'orders of magnitude'.

Indications are that production of these vegetables, with the exception of the legumes has been increasing steadily for the past few years.

(iii) Desired Consumption of Selected Vegetables. Estimates have been made of the 'desired level of consumption' of certain vegetables in the future. These estimates were based on present levels of per capita consumption- reflecting consumer tastes - and nutritional requirements (Table 1).

The vegetables for which estimates have been made of desired levels of consumption have been chosen for consideration in this paper because of the availa-

---

(1)Prepared for 14th Meeting of Caribbean Food Crops Society, Guadeloupe, June, 1977. A modified version of this paper was presented to a Workshop on Vegetables organised by the National Council for Technology in Development of Trinidad & Tobago. This earlier paper benefited from comments by R. Phelps and W. Charles (CARDI), R. Brathwaite (U.W.I.), E. Skinner and S. Searl (CARIRI).

bility of the information and because experience suggests that they include the vegetables presently produced in greatest quantities.

TABLE 1

Desired Level of Consumption of Selected Vegetables :
Trinidad & Tobago, 1976, 1985, 2000

Commodity	Desired Level of Consumption		
	1976	1985	2000
	(m.kg.)		
Cabbage	8.5	10.0	11.6
Tomato	19.0	22.5	26.0
Pumpkin	8.3	9.8	11.3
Green Peas & Beans	2.8	3.3	3.8
Melongene	3.8	4.5	5.2
Pigeon Peas	7.6	9.0	10.5

Source : Economic Research Group (1975) Projected Demand for Food in Trinidad & Tobago for the Period 1976-1985, Ministry of Planning & Development, (mimeo).

Notes on Table : Population figures used were :
1976 - 1.0m. 1985 - 1.18m. 2000 - 1.37m.

Methodology for the Selection of Priorities

(i) Commodity Identification. The more important commodities should first be identified on the basis of their potential contribution to :

(a) income,
(b) nutrition, and
(c) employment

The relative weight attached to these three criteria should be contained in the policy for agricultural development.

(ii) Problem Identification. The more important factors limiting the expansion of production of the selected commodities can then be identified. These factors should be separated into those which are amenable to solution by research and development and those which require action (e.g. control of flooding, extension of existing information).

(iii) Appropriate Technology. The type of research and development to solve the limiting factors can next be identified. The research and development should be directed to meet the needs of particular types of producers, either existing types or new types which it is thought desirable to promote.

(iv) Pragmatic Considerations. Especially when resources for research and development are scare, attention should be focussed on :

(a) a limited number of topics at any one time, in order to achieve greater impact ;

(b) topics which can be handled with the available resources (especially professional skills) ; and

(c) topics likely to give early visible results, in the hope that the demonstration effect will lead to the release of additional resources.

Selection of Priorities in Vegetables Production

(i) Commodity Identification. The vegetable crops for further consideration in this paper have already been selected. Nonetheless the likely contribution of these crops to income in the future is shown in Table 2, indicating tomatoes to be the most important crop, followed by cabbage and pigeon peas.

The potential contribution to employment is less easy to estimate since as will be shown later, it will be necessary in future to increase labour productivity in vegetable production, thus reducing employment per unit area. It would be possible, however, to estimate rough employment levels based on certain assumptions about future labour productivity.

Ranking of the contribution of commodities to nutrition is also difficult, since many different nutrients are required to sustain life - protein, energy, minerals, vitamins - and are contained in each commodity in different proportions. In considering vegetables it is possible to sidestep this problem, for vegetables are not important sources of any nutrients and individual vegetables rarely feature as the more important sources of any nutrient in normal diets (2).

TABLE 2

Estimated Farm-gate Value of Production of Selected Vegetables to Meet Desired Levels of Consumption, at Current Prices : Trinidad & Tobago, 1974, 1985, 2000

Commodity	Average Price (current)	Farm-gate Value		
		1974	1985	2000
	($ per kg.)		($m)	
Cabbage	1.00	7.0	10.0	11.6
Tomato	1.50	16.1	33.8	39.0
Pumpkin	0.50	2.2	4.9	5.7
Green Peas & Beans	1.00	0.8	3.3	3.8
Pigeon Peas	1.00	3.8	9.0	10.5
Melongene	0.50	1.7	2.3	2.6

(ii) Problem Identification. Issues of land tenure, input availability ; praedial larceny, production subsidies, credit, extension, etc. are not dealt with in this paper, even though they are important, since the aim is to identify priorities for technical research.

(a) Labour Productivity. Agriculture in Trinidad is a relatively labour-intensive activity. But with increasing wage rates in other sectors, agriculture is no longer able to attract labour even where national unemployment is about 15 per cent. In order to be able to pay wages attractive enough to hire sufficient labour to produce the total requirement of vegetables and other crops it is necessary, therefore, that labour productivity be increased (and/or prices of agricultural pro-

duce be increased).

Increased labour productivity can result from :

(1) larger farm size and/or fewer crops leading to economies of scale ;

(2) different production technology (e.g. pure stand instead of mixed cropping ; row crop cultivation ; chemical weed control ; determinate varieties) ; and

(3) mechanisation. The only operations which are at present mechanised are land preparation (almost universal) ; pest and weed control by hand and motorised sprayers (common for fine vegetables) ; irrigation (rare) ; and transportation (common). Technology exists for mechanisation of planting and transplanting, but machines are not available locally for purchase. There is no mechanised harvesting technology except for a prototype machine for pigeon peas.

Lower yields per unit area may, in some cases, be the price that has to be paid for higher labour productivity.

(b) Land. Vegetables are grown throughout Trinidad & Tobago but are concentrated in locations where soil and/or water conditions are more favourable. Even in these areas, however drainage is generally poor and occasional flooding occurs, while there is often limited access to irrigation water.

TABLE 3

Estimated Acreage to Produce Desired Consumption Levels of Vegetable Crops : Trinidad & Tobago, 1985, 2000

Commodity	Estimated Average Yield		No. of Crops per year	Estimated Acreage	
	1985	2000		1985	2000
	(kg. per ha.)			(ha.)	
Cabbage	19,000	22,000	2.5	210	210
Tomato	17,000	22,000	2.5	530	470
Pumpkin	15,000	18,000	2	330	310
Green Peas & Beans	7,000	11,000	3	160	120
Pigeon Peas	5,000	9,000	2.5	650	470
Melongene	24,000	33,000	1	190	160
Total Area				2070	1740

It is estimated that if the yields and cropping intensity suggested in Table 3, are achieved then no more than 2,000 hectares of first class land would be required for the production of the selected vegetables. The land must not only be made available, it must also be in a state suitable for the production of the specified crops. Thus, appropriate flood control, drainage and irrigation systems should be present.

(c) Water. As the demands on the country's water resources for industrial and domestic use increase, and as the pollution of streams and rivers grows, the a-

vailability of water for irrigation is reduced. At the same time the need for water for expanded vegetable production is growing. It is desirable, therefore, that ways be found to maximise the efficiency of use of existing water supplies, as well as developing production systems which do not depend on irrigation. There should also be efforts to increase the availability of water for irrigation.

(d) Other Production Technology. Improved varieties, plant spacing, fertilisers, and pest, disease and weed control chemicals are known and accepted techniques. The application of these techniques is, however, variable. New chemicals regularly become available and are speedily evaluated by the more innovative vegetable farmers, from whom they spread (if found satisfactory) to other farmers. New varieties appear less frequently, and then mainly for tomatoes and cabbages.

For many vegetables, both crop yields and the areas cultivated are reduced during the rainy season since production is more difficult under conditions of high soil moisture content and high humidity, and their associated problems of high pest and disease and weed incidence.

Of the vegetables under consideration only pigeon peas are photo-periodic but a newly developed variety from U.W.I. has overcome the problem, although it has not yet been released to farmers.

(e) Marketing. In spite of very poor facilities at the wholesale and retail levels, the traditional marketing structure succeeds regularly in clearing the market through variations in the price of commodities. Price variations do, however, constitute a considerable degree of risk to producers. The institution established to intervene in and upgrade the organisation of marketing - the Central Marketing Agency - has had minimal influence and in 1972 was estimated to handle only four percent of locally produced food crops and vegetables (3).

Marketing margins, although often criticised as being excessive, do not result in high profits to vendors since the volume of produce treated by individuals is small and spoilage of produce is relatively high. Spoilage is largely a function of the nature of the produce and the poor marketing facilities (4).

There is little processing of vegetables. The one established processing market - for pigeon peas - has collapsed. There are no incentives to processors to develop local sources of supply since they have ready access to graded, pre-processed supplies of produce available, on order, in the required quantities. Local (small) farmers have no incentive to sell to the processors except when the fresh market is oversupplied and prices are low, for they must attempt to maximise their prices since the individual quantities produced are small. At present relations between farmers and processors are poor, with both groups mistrustful of each other.

The technology exists for processing many local vegetables and could be developed if it is not now available, by drawing on, and adapting, experience from other countries. The phasing of harvesting in order to ensure regular supplies to a processing plant is, however, a major problem with any crop which is not completely determinate.

Particular attention needs to be paid to developing cheap means of stocking and processing vegetables. In particular, an alternative packaging system to tin plated cans is needed in view of increasing material costs.

In Table 4, an attempt is made to summarise the major technical and cost of production factors which are at present limiting the expansion of vegetable production. Totalling the score for each crop shows that tomato suffers from the most limiting factors, and cabbage the least. The major limiting factors are seen to be pest and disease control, post-harvest handling, and cost of harvesting, although o-

ther factors are significant for some crops.

(iii) Appropriate Technology. Vegetables are grown almost exclusively by small farmers, i.e. persons with less than 4 ha. of land. Farmers can be broadly categorised into three groups :

(a) High Risk-Takers. These grow a narrow of the fine vegetables which require high inputs of cash and labour and which are

TABLE 4

Some Technical and Cost of Production Factors Limiting Expansion of Production of Selected Vegetables : Trinidad & Tobago

Factors	Cabbage	Tomato	Pumpkin	Bodie	Pigeon Pea	Melongene	Total
Seasonality of Production	1	2	3	0	3	0	9
Low Yield	0	0	2	2	2	0	6
Variable Yield	0	2	0	1	2	1	6
Pest and Disease Control	2	2	2	2	2	2	12
Weed Control	1	1	1	2	1	1	7
Post-harvest Handling	0	2	2	1	1	2	8
Poor Taste	0	0	0	0	0	0	0
Poor Storing	0	2	0	2	1	1	6
Poor Processing	-	3	0	0	0	-	3
High Costs - planting	1	1	0	1	1	1	5
- weed control	1	1	1	2	1	1	7
- pest control	2	2	0	1	1	2	8
- harvest	0	2	1	2	3	2	10
- irrigation	2	2	1	1	0	1	7
- staking	0	2	0	0	0	0	2
Total	10	24	13	17	18	14	96

A scoring system from 0 to 3 has been used where '0' represents 'not a problem' and '3' represents 'major limiting factor'.

subject to a high degree of risk (weather, pests, diseases, price). The crops are generally grown pure-stand. The financial gains from these crops can be, and often are, high. These farmers are aggressive innovators of new technology. Most are full-time farmers. Production is solely for the market. Young farmers are not uncommon.

(b) Regular Commercial Farmers. These farmers grow a variety of crops - root crops, cereals, sugarcane - as well as vegetables. Fine vegetables are not common, but may be grown as a 'catch' crop. Choice of crops and production technology is principally governed by reasonable assurance of markets, modest levels of cash inputs, and food needs of the farm family. Both pure-stand and mixed crops are grown. Labour is often restricted to the farm family since the wages offered are not attractive. The availability of labour is a restricting factor on the nature and quantity of the crops produced. Part-time and full-time farmers are found.

(c) Subsistence Farmers. A wide range of crops including vegetables are grown often in mixed stands. Many of the farmers are part-time. Labour and cash availability, the risk of crop failure, insecurity of tenure and the food needs of the farm family are the main determinants of the crops which are grown. Many of the farmers are old.

In addition, there is some evidence to suggest that a new category of farmers is emerging. These farmers are not small - in some cases more than 10 ha. are dependent on credit from outside the farm business and are attempting mechanised systems of cultivation. Farm labour is mainly employed. Management is "professional". Because of their heavy overheads these farmers are attempting to make specia arran gements fro marketing, including export.

It is suggested that technology be developed appropriate for one existing group of producers - the high risk-takers - and for the newly emerging group. In order that the technology be appropriate, the nature of these farm types must be understood and part of the process of technology development should take place on farmers' holdings.

REFERENCES

(a) Cited

1. Economic Research Group (1975) Projected Demand for Food in Trinidad & Tobago for the Period 1976-85, Ministry of Planning & Development (mimeo).

2. McIntosh, C.E., Food Economist, CFNI (personal communication).

3. Ali, R. et al (1973) The Marketing of Fresh Fruit, Vegetables, Root Crops & Pulses, Ministry of Planning & Development, Trinidad & Tobago.

4. Lim Choy, M. The Marketing of Selected Starchy Roots, Tubers and Fruits, M.Sc. Thesis in preparation.

(b) Not Cited

Anon (1975) Oil and Food : Basic Discussion Paper, Government Printery.

Cropper, J. et al (1974) Memorandum to Cabinet Committee Investigating the Food Processing Industry, CARIRI (mimeo)

Cropper, J. et al (1975) Approaches to Developing Integrated Food Crop Production and Processing in Trinidad & Tobago, Food Crop Policy & Strategy Bulletin n°. 1, U.W.I., St. Augustine.

Edwards, D.T. (1961) "An Economic View of Jamaican Agricultural Research", S.E.S. 10, 2.

Edwards, D.T. & J. Cropper (1967) "An Economic View of the Development of New Production Systems", Proceedings of the First International Symposium on Tropical Root Crops, U.W.I., St. Augustine.

Hildebrand, P.E. (1977) "Generating Small Farm Technology : An Integrated Multidisciplinary System", Paper presented at 12th West Indies Agricultural Economics Conference.

Norman, D.W. (1974) Inter-Disciplinary Research on Rural Development, Samaru Research Bulletin 225.

Pantin, D.A. & J. Cropper Fruit and Vegetable Processing in Trinidad and Tobago : Strategy for Development and the Selection of Priority Pruducts, Dept. of Ag. Econ. & Farm Management, U.W.I., St. Augustine (forthcoming).

Sammy, G.M. (1971) Some Problems of Fruit and Vegetable Processing in Trinidad and Tobago, U.W.I., St. Augustine (mimeo).

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 177-187, 1977.

AGRINTER : SYSTEME D'INFORMATION AGRICOLE POUR L'AMERIQUE LATINE ET LA CARAIBE

R. ARISTIDE(°)

INTRODUCTION

L'information (bien qu'aussi ancienne -sous une forme spontanée puis élaborée- que l'homme lui-même !) a des aspects -et des problèmes- qui sont à l'image du monde contemporain.

(3, 13, 31) Explosion, révolution, développement sont des termes caractéristiques de ce monde contemporain qui connaît des changements dont la nature, l'ampleur et la vitesse sont nouvelles dans l'histoire de l'humanité. Ces changements au rythme accéléré (techniques, scientifiques, économiques, sociaux, politiques, etc..) font que l'information est devenue un élément fondamental de -et pour- l'activité humaine.

Notre présence ici, à cette réunion consacrée aux plantes alimentaires, a pour motivation l'échange d'informations en vue d'améliorer la production de plantes, matériaux nécessaires à l'alimentation humaine. Cette présence est -s'il en était besoin- une confirmation supplémentaire du rôle fondamental de l'information en général, et de l'information agricole, en particulier (28).

L'information peut se définir -ce n'est qu'une définition parmi d'autres- comme une connaissance en mouvement. Elle pose des problèmes de maitrise soit par son abondance ("explosion" de l'information) soit par sa rareté ou par son manque d'organisation (cas de la littérature agricole dans beaucoup de pays tropicaux).

(1, 19, 21, 28, 35) Les sciences et les techniques - agricoles entre autres- ont besoin d'informations pour ne pas répéter inutilement les recherches s'inspirerde ou adapter des méthodes déjà mises au point, connaître les tendances des marchés, préparer des plans de développement, transmettre des connaissances (enseignement, vulgarisation, etc..).

(7, 9, 31, 33) Donc, on a été amené à systématiser l'information à la suite d'une prise de conscience mondiale de son importance pour les actions de progrès. Divers organismes nationaux et internationaux ont lancé des projets et mis en route la réalisation de systèmes d'information.

DEFINITIONS

1 - L'information qui nous intéresse ici est celle liée à l'agriculture et aux sciences et techniques annexes qu'il s'agisse de production, de recherche, de formation, d'administration, etc... Par ses contenus très divers, nous voyons qu'elle pourra avoir des formes très variées : résultats de recherches ou d'enseignement, documents techniques, statistiques numériques, etc..

.../...

(°) Service de Documentation - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

Etant donné sa nature dynamique, l'information a besoin d'être diffusée, signalée, mise à jour, etc..

2 - Qu'est-ce qu'un système ? C'est un ensemble de composants (idées personnes, ressources, méthodes et techniques) en interrelation et en interaction de façon structurée et coopérative pour réaliser un but commun spécifique (9, 14, 25).

Ex. : Système de télécommunication, système de classification, etc..

Le terme de "réseau" est un quasi-synonyme de "système". On peut peut-être les nuancer par l'idée que le réseau évoque plus les composants institutionnels et matériels qui participent au système et leur répartition géographique.

Un système ou un réseau peut être défini -dans sa nature- par plusieurs critères (ceux qui voudraient s'y intéresser peuvent consulter certains documents spécialisés) (9, 14, 27, 32, 33, 34). Un système d'information est un ensemble de techniques mises en oeuvre pour communiquer des informations (25, 27 30, 32, 34, 35).

3 - (3, 4, 11, 21, 29, 35) AGRINTER est le système interaméricain pour les sciences (et techniques) agricoles (et annexes). Son champ d'action est l'Amérique Tropicale y compris la Caraïbe sans limitations linguistiques (bien que l'espagnol ait été adopté comme la langue officielle du système AGRINTER).

Il est un système sectoriel de type coordonné décentralisé (annexe 1). Le centre coordinateur est le CIDIA (Centre Interaméricain de Documentation et d'Information agricoles) situé au Costa-Rica (15). Les pays participants (sur la base du volontariat) organisent un noyau de base -centre d'entrée et (si besoin est) des sous-noyaux (cas des pays vastes, en particulier). Ces noyaux de base sont responsables de la sélection des documents, de la première partie du traitement qui abouti à la rédaction du bordereau d'entrée (en espagnol : hoja de entrada) et de leur destination finale, incorporation dans le système AGRINTER et éventuellement dans AGRIS, système international - FAO).

L'information agricole de l'Amérique Latine est souvent numériquement faible ou sous-connue (donc sous-utilisée), aussi AGRINTER porte-t-il une attention spéciale aux documents non-conventionnels.

ORGANISATION ET FONCTIONS : (cf. annexe 2), (3)

Les noyaux de base ont pour missions :

- l'acquisition,
- la sélection,
- l'identification,
- l'analyse (catalogage et catégorisation),
- le stockage des documents (en particulier, pour l'accès des utilisateurs locaux).
- la préparation des bordereaux d'entrée (annexe 4) et leur envoi au Centre coordinateur.

Le Centre coordinateur (le CIDIA) a pour mission (entre autres) :

- le traitement et
- la récupération de l'information,
- l'intégration d'AGRINTER dans les systèmes mondiaux d'information (dont AGRIS).

N.B. : C'est pour plus de clarté que nous ne mentionnons pas ici les autres fonctions des noyaux de base et du centre coordinateur (3, 21, 29).

PRODUITS ET SERVICES (3, 4, 21)

Le système AGRINTER donne accès à la littérature agricole courante et rétrospective produite dans ou sur la région et à la littérature agricole mondiale existant dans les noyaux composants.

1 - Le principal produit d'AGRINTER est la publication trimestrielle, "Indice agricole de América Latine y del Caribe" (Index agricole de l'Amérique Latine et de la Caraïbe), qui analyse environ 3500 documents par an. Il comprend aussi des index auteurs et matières. Sa fabrication est de plus en plus informatisée.

2 - AGRINTER coordonne ses efforts pour la rédaction de bibliographies sur des thèmes d'intérêt pour la région. La banque de bibliographies agriles (6) du système met à la disposition des utilisateurs l'information bibliographique, ce qui évite la duplication d'efforts dans l'élaboration de bibliographies et facilite l'accès à la littérature agricole.

3 - Par l'intermédiaire de la reproduction de documents, le système met la documentation agricole à la portée de tous les utilisateurs.

4 - Dans un avenir proche, AGRINTER fournira aussi des bandes magnétiques, la dissémination sélective d'information (DSI), des données sur les recherches en cours, etc.. (3, 4).

METHODOLOGIE (4, 12, 16, 21, 23, 24)

Il est évident que l'organisation de ce système a nécessité beaucoup d'efforts de conception, d'organisation et demande des actions continues en vue de son adaptation et de son développement.

Disons, (en résumé) que la méthodologie d'AGRINTER est une adaptation pour l'Amérique tropicale de celle du système AGRIS, lequel a lui-même tiré profit de celle du système INIS (International Nuclear Information System = Système International d'Information Nucléaire).

Permettre la compatibilité des deux systèmes AGRINTER et AGRIS est un des soucis constants de leur collaboration. Ils coordonnent leurs activités et se concertent sur les plans de la conception et de l'action. C'est ainsi, par exemple, que le bordereau d'entrée (voir en annexe : hoja de entrada ; en anglais = input sheet) est commun aux deux systèmes.

Rappelons que le centre coordinateur d'AGRINTER, le CIDIA, est un des noyaux de bases du système AGRIS.

Pour la formation du personnel, le CIDIA organise -ou aide à organiser- des stages sur la méthodologie des systèmes AGRINTER et AGRIS. De même, le système organise des tables rondes pour l'adaptation et la mise à jour de la méthodologie (2, 4, 17, 20, 21, 23, 24).

AGRINTER bénéficie de l'appui technique et financier du Centre International de Développement et de Recherche (International Development Research Center, Canada), de la Bibliothèque Nationale Agricole (National Agricultural Library, NAL, USA), du système AGRIS (FAO), etc.. (3, 21).

HISTORIQUE (3, 4, 21, 29)

AGRINTER fut établi le 18 août 1972 comme une résolution de la IVème table ronde (Mesa redonda) du Programme Interaméricain de Développement des bibliothèques Agricoles (PIDBA). Les activités préliminaires ont débuté en septembre 1972 et le système devint opérationnel en janvier 1973.

Sur le plan technique, l'évolution a été vers une automatisation croissante des diverses étapes du traitement de l'information. En aout 1977, est prévue la sortie de la première bande magnétique AGRINTER et du premier "Indice Agricola" entièrement préparé sur ordinateur.

Sur le plan de l'intégration, un nombre croissant de pays participé au système AGRINTER et en particulier des pays de l'archipel antillais (10).

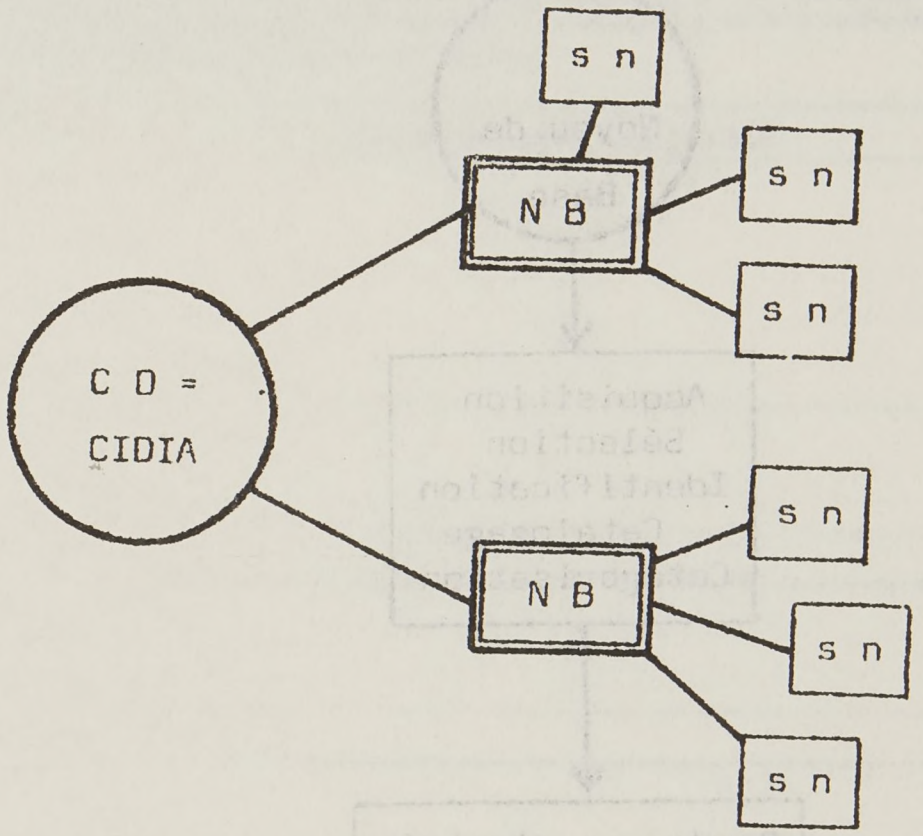
EN GUISE DE CONCLUSION (Provisoire !) : AGRINTER et l'agriculture antillais (4, 19, 22, 28)

En quoi sommes-nous concernés par ce système ? Tous ceux qui travaillent dans -et pour- l'agriculture (producteurs, vulgarisateurs, chercheurs, para-agricoles, etc..) sont plus ou moins producteurs et utilisateurs d'informations agricoles. Nous savons tous les difficultés que nous avons à trouver l'information dont nous avons besoin mais nous sommes aussi producteurs de documents (notes techniques, résultats scientifiques, statistiques, résultats d'exploitation, etc..)

Il importe donc que nous fassions connaître nos informations par l'intermédiaire des centres d'entrée qui existent ou encore que nous aidions à en créer dans nos pays respectifs. Une autre possibilité est d'adresser nos documents au CIDIA centre coordinateur, quand nous n'avons pas localement de centre d'entrée.

Ces propos (malheureusement trop denses et trop rapides) ont pour but non seulement de vous informer mais aussi de nous mobiliser pour une organisation plus efficace et une meilleure utilisation de notre information agricole.

Annexe 2



C D = Centre coordinateur = C I D I A = *Coordinating center*

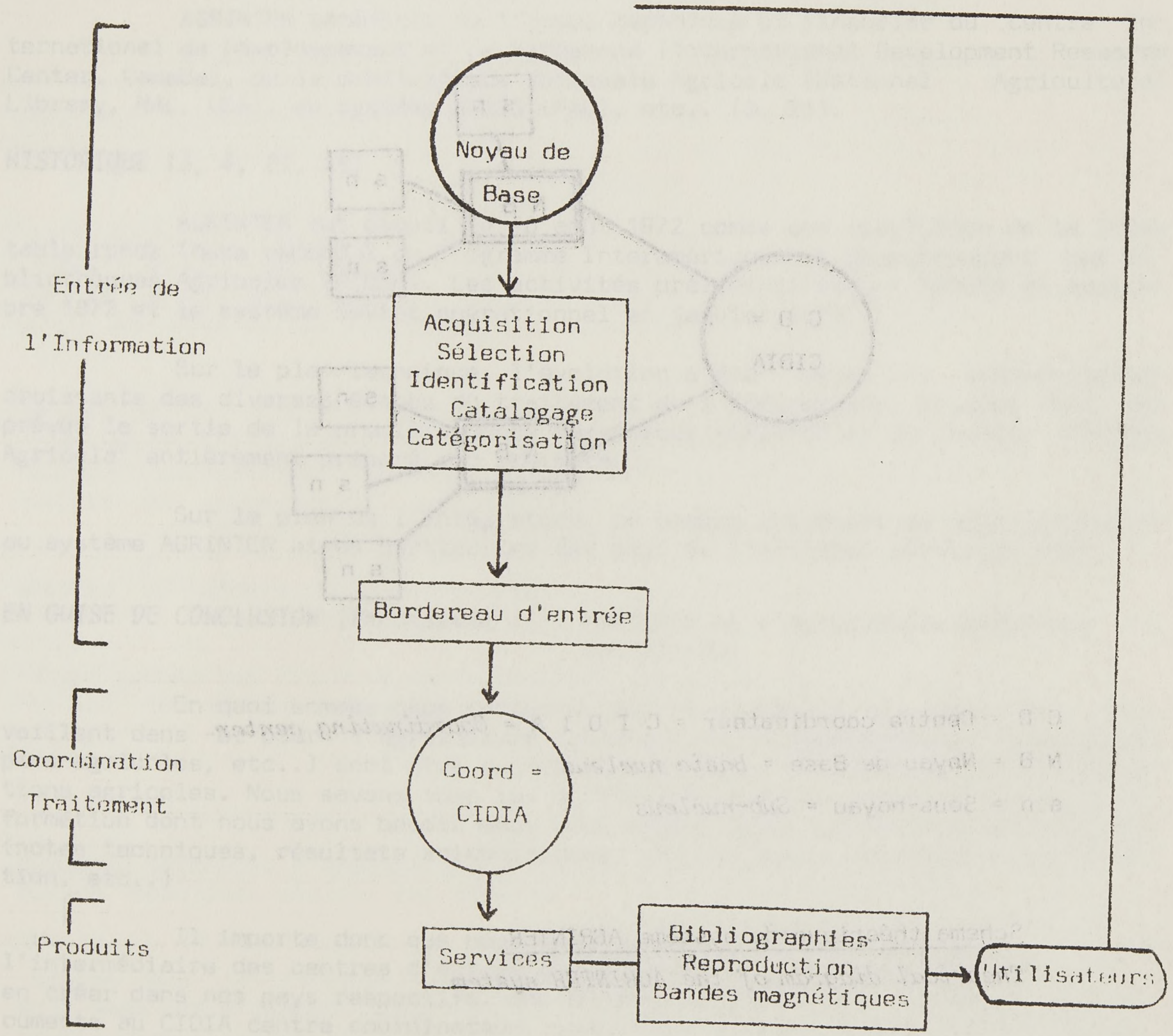
N B = Noyau de Base = *Basic nucleus*

s n = Sous-noyau = *Sub-nucleus*

Schéma théorique du système AGRINTER

Theorical diagram of the AGRINTER system

Annexe 3



Flux des opérations du système AGRINTER

Operations flow in the AGRINTER system

AGRINTER/Form. 1

AGRINTER

HOJA DE ENTRADA

000 AGRINTER/AGRIS

001 NTR: C. I. | Año: 7 | No. consecutivo

002 No. de la hoja / No. total de hojas

003 Cambio: Revisión (R) | Eliminación (W)

004 Status del registro: Nuevo (N) | Cambiado (C) | Eliminado (D)

005 NR afectado:

006 Traducción (T) | Genérica (/)

007 NR relacionado (NTR)

008 CATEGORIAS DE MATERIA: (Principal) ; (Secundaria) ; país de publ. u organismo int. CP u OI

TIPO DE DOCUMENTO: Monografía (B) | Estándar (C) | Dibujo (D) | Película (F) | Mapa o Atlas (G) | Disco (H) | Artículo (J) | Patente (P) | Informe (R) | Prod. de Comput. (T)

NIVEL BIBLIOGR.: Analítica (A) | Monográfico (M) | Publ. seriada (S) | Colectivo (C)

INDICADOR DEL TIPO DE LITERATURA: Conferencia (K) | Diccionario (L) | Datos numéricos (N) | Tesis o Diser. (U) | Legislación (W) | Bibliografía (Z) | Mapa(s) incluido(s) (Y) | Sumario (E) | No-convenc. (V)

1

009 NIVEL

(Utilice una hoja de entrada para cada nivel bibliográfico señalado y llene la casilla 009 con la letra pertinente. Para publicaciones seriadas use la sección 2 de esta hoja de entrada)

		Campo	Datos (Use siempre máquina de escribir)
Autor(es) personal(es) (Institución donde trabaja)		100	
Autor(es) Corporativo(s)		110	
Grado académico		111	
Título en Inglés	Título principal	200	
	Elementos secundarios	201	
Conferencia	Nombre	210	
	Lugar	211	
	Fecha	213	
Título Original	Título principal	230	
	Elementos secundarios	231	
Edición		250	
No. Informe/Patente		300	
Números adicionales		310	
ISBN/IPC		320	
Pie de Imprenta	Lugar de publicación	401	
	Casa edit.	402	
	Fecha publ.	403	
Colación		500	
Idioma del texto		600	
Notas		610	
Cod. de Objetos y Geogr.		620	; ;

2

009 NIVEL: S / G ; G

		Campo	
Título de la publ. seriada	Título principal	230	
	Elementos secundarios	231	
ISSN		320	
Fecha publicación		403	
Colación		500	
Notas		610	

AGRINTER/Form. 1

BIBLIOGRAPHIE

X.- Acceso a la informacion sobre agricultura tropical. IICA - Documentacion e Informacion para el Desarrollo agricola, 3, 4, 8, 1975.

AGRINTER. - Lista de publicaciones periodicas y seriadas. San José : C.R. IICA-CIDIA, 1976.- 104 p. ; 28 cm. (IICA-Documentacion e Informacion Agricola, n° 52).

ALVEAR (A.).- El Agrinter : sistema interamericano de informacion para las ciencias agricolas. Desarollo rural en las Américas, 6, 1, 94-103, 1974.

ARISTIDE (R.).- C.R. de la mission au Costa-Rica du 06 au 26 mars 1977. Petit-Bourg : Service de Doc., 1977.- 4 p. + 4 annexes (Liste de Doc. ; 30 cm.

ARBOLEDA s. (O.).- Bases para la preparacion del insumo de informacion en los centros nacionales del Agrinter. San José : Costa-Rica : IICA-CIDIA, 1977.- 13 p. ; 30 cm.

X.- Banco de datos sobre bibliografias agricolas de America Latina y el Caribe. IICA Documentacion para el Desarrollo agricola, 4, 1, 4-5, 1976.

Bibliographia sobre politicas nacionales y multinacionales de Documentacion e Informacion. Costa-Rica : IICA, 1976.- 21 p. (276 réf.)

CAUDE (R.).- Comment se documenter ou le troisième oeil. Paris : éd. du Centurion, 1967.- 71 p. ; 21 cm

DULONG (A.).- Les systèmes d'information scientifique et technique et leurs problèmes (compilations et réflexion). Documentaliste, 12, 2, 43-49, 1975.

English-speaking countries of the caribbean join Agrinter and Agris. IICA Documentacion e Informacion para el Desarrollo agricola, 4, 3, 4-5, 1976

GALRAO (Maria José).- AGRINTER : Origen y evolucion ; bibliografia anotada. Turrialba, C.R. : IICA-CIDIA, 1976.- 36 p. ; 28 cm (IICA-Documentacion e Informacion agricola, n° 49).

GIMILIO (R.).- Le système international d'information sur les sciences et la technologie agricoles : AGRIS (Présentation sommaire et état d'avancement). Documentaliste, 12, 2, 55-60, 1975.

GORBITZ (A.).- Genesis y Trasmision de la informacion cientifica. Desarrollo rural en las Americas, 7, 1, 66-74, 1975.

GROLIER (P. de).- Esquisse d'une étude comparative des réseaux d'information. Réseaux et systèmes de Documentation. Textes réunis par Raymond Guiloux. Paris : Gauthiers-Villars, 1975.- XI-340 p. ; 24 cm (Documentation et Information) ISBN 2-40-001 237-0, 1-49.

IICA.- Qué es IICA ; Que és el CIDIA. San José : Costa Rica : IICA, (1976) .- 13 p. (Photocopie).

IUNG (J.).- Le système international de Documentation nucléaire. Réseaux et systèmes de Documentation. Textes réunis par Raymond GUILLOUX. Paris : Gauthiers-Villars. 1975.- XI-340 p. ; 24 cm (Documentation et Information) ISBN 2-40-001237-0, 217-237.

JIMENEZ-SAA (H.).- Directrices para la seleccion de documentos en los sistemas AGRINTER y AGRIS. San José, Costa-Rica : IICA-CIDIA, 1976.- 16 p. ; 28 cm (IICA. Documentacion et Informacion agricola, n° 51).

LAUX (W.).- Aspectos de organizacion centralizada y decentralizada de sistemas de informacion agricola orientados hacia el usuario. Boletin tecnico de ALBDA, 16, 3-10, 1976.

LAUX (W.).- Necesidades de los usuarios. Boletin tecnico de AIBDA, 16, 17-28, 1976.

LEARTHERDALE (D.).- Categorias de Materia. Trad. de las categorias de AGRIS para uso del AGRINTER.- Turrialba, C.R. : IICA-CIDIA, 1974.- 103 p. ; 28 cm (IICA, Documentacion e informacion Agricola, n° 37).

MALUGANI (Maria Dolorès).- Regional cooperation in agricultural information in Latin América and in the Caribbean. Presented at the wokshop/seminar on regional cooperation in agricultural information, Laguna, Philippines, March 3-12, 1975.- San José, Costa-Rica, IICA-CIDIA, 1976.- 14 p. ; 28 cm.

MALTHA (D.J.).- Information needs in agriculture. In "quart. Bull. IAALD".- S ; D., 170-177, (Photocopies).

MARTINELLI (Maria Teresa).- Agris : guidelines for Bibliographic Description. Rome, FAO, 1973, n.p., 30 cm (FAO/AGRIC 4 (Rev. 1) - NI/E6042.

MARTINELLI (Maria Teresa).- Manual para Description bibliografica. Trad. y adapt. del Manual de AGRIS para uso del AGRINTER. Turrialba, Costa-Rica : IICA-CIDIA, 1974.- 5 parties. (Documentacion e informacion agricola, n° 36).

MICHEL (J.).- Le réseau français d'information scientifique et technique.- Réseaux et Systèmes de Documentation. Textes réunis par Raymond GUILLOUX.- Paris : Gauthiers-Villars, 1975.- XI-340 p. ; 24 cm (Documentation et Information) ISBN 2-04-001237-0, 75-94.

Réseaux et systèmes de Documentation. Textes réunis par Raymond GUILLOUX - Paris Gauthiers-Villars, 1975.- XI-340 p. ; 24 cm (Documentation et Information) ISBN 2-04-001237-0.

ROBREDO (J.).- Problèmes que posent l'implantation et le fonctionnement de réseaux d'information dans les pays en développement. Bulletin de l'Unesco à l'intention des bibliothèques, 30, 5, 279-282, 1976.

RODRIGUEZ SAAVEDRA (L.A.), NINO VELAZQUEZ (E.).- La informacion como un media para aumentar los ingresos de pequenos agricultores en programas de desarrollo rural regional. Agrociencia, 17, 129-136, 1974.

Systema Interamericano de Informacion para las ciencias Agricolas.- AGRINTER : bases para su establecimiento. AGRINTER : Basis for its establishment. Turrialba, Costa-Rica : IICA, CIDIA, 1973.- 18 p. ; 28 cm. (Documentacion e informacion Agricola, n° 24). Texte en espagnol et anglais.

X.- Sistemas Internacionales de Informacion. IICA) Documentacion e Informacion para el desarrollo Agricola, 3, 4, 1-3, 1975.

DIK (M. Van), SLYPE (G. Van).- Le Service de Documentation face à l'explosion de l'information. Paris, édition d'Organisation, 265 p., 27 cm, 1969.

SLYPE (G. Van), DIK (M. Van), GUILLOT (M.).- Systèmes documentaires et ordinateur. Paris éditions d'Organisation, 248 p., 27 cm, 1973, ISBN 2-7081-0178-1.

UNESCO.- NATIS. Systèmes nationaux d'information. Objectifs d'une action-nationale et internationale.- Paris : Unesco, 1975.- 33 p. + annexes.

VELZE (P.L. Van).- Design of a information and documentation network.- s.d. in "Quart. Bull. IAALD", p. 187-210, (Photocopies).

Vision moderna de la informacion agropecuaria del istmo centroamericano, IICA Documentacion e Informacion para el Desarrollo agricola, 4, 2, 1-3, 1976.

WERSIG (G.), NEVELONG (U.).- Terminology of documentation. A selection of 1,200 basic terms publ. in Engl., French, German, Russe and Spanish.- Paris : the Unesco Press, 1976, 274 p. ; 25 cm (ISBN : 92-3-001232-7), n° 1082.

RESUME

L'auteur situe le problème de l'information agricole dans le contexte du développement et de la recherche agricole puis il définit divers termes techniques. La partie suivante décrit le système interaméricain AGRINTER, ses différents composants, les produits et les services qu'ils fournissent.

La méthodologie du système AGRINTER, ses relations avec le système international AGRIS sont abordés. La conclusion montre en quoi la Caraïbe est concernée par AGRINTER et exhorte tous ceux qui travaillent dans et pour l'agriculture antillaise à faire connaître les informations qu'ils produisent et à soutenir l'amélioration de l'information documentaire et, en particulier, le développement AGRINTER.

SUMMARY

AGRINTER : AGRICULTURAL INFORMATION SYSTEM FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN AREA

The autor allocates the problem of agricultural information in the context of agricultural development and research then he defines various technical words.

The next part describes the interamerican system AGRINTER, its various components, the products and the services they supply. The methodology of the AGRINTER system, its relations with the international system AGRIS are approached.

The conclusion points out in what the Caribbean area is concerned by AGRINTER and urges everybody who works in and for the Caribbean agriculture to make know the informations they produce and to support the improvement of documentary information and, particulary, the development of AGRINTER.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 188-191, 1977.

UTILIZATION OF NITROGEN FROM CROP RESIDUES IN OXISOLS AND ULTISOLS

R. PEREZ-ESCOLAR - M.A. LUGO-LOPEZ(°)
H. TALLEYRAND - T.W. SCOTT(°)

INTRODUCTION

With the increased cost of N fertilizer and its unavailability in many of the less developed countries, increased attention must be given to alternate sources of N in crop production. An examination of the amount of N which can be supplied from mineralization of crop residues is essential, especially under the conditions of the well drained, acid soils in the humid tropics. Of particular importance is the role of grain legumes in a rotation to supply food and provide N to a succeeding crop.

The availability of N in crop residues to succeeding crops has not been well evaluated. Total N content of residues and maturity of crop most certainly influence the N availability.

The objective of this study was to determine the N supplied by crop residues to succeeding crops in rotation experiments conducted on Oxisols and Ultisols.

MATERIALS AND METHODS

Crop rotation experiments were conducted on three different soils : sandy Oxisol (Bayamon), typic Haplorthox, clayey with high sand content, oxidic isohyperthermic, clayey Ultisol (Humatas), typic Tropohumult, clayey kaolinitic isohyperthermic ; and clayey Oxisol (Catalina), Tropeptic Haplorthox, clayey, oxidic, isohyperthermic. The Bayamon soil occurs at an elevation of 50 to 130 m while the Catalina and Humatas are at elevations of 220 to 580 m. At all experimental sites the pH was about 5.2. Chemical characteristics are shown in Table 1.

Table 1 - Selected chemical properties of soils used in the crop residues experiments

Soil	Depth cm	Organic Matter	pH	C.E.C. cations meq/100 g	Exchangeable cations meq/100			
					Ca	Mg	K	Al
Bayamon Sandy Loam	0-25	1.6	5.2	2.5	1.3	0.8	0.1	0.3
	24-50	0.7	4.8	2.3	1.2	1.2	0.7	0.4
Humatas clay	0-25	3.7	5.1	7.9	6.4	0.8	0.7	0
	25-50	1.2	4.6	12.4	3.0	0.8	0.2	8.4
Catalina clay	0-25	3.9	5.2	8.7	7.1	1.0	0.6	0
	25-50	1.2	5.2	4.8	4.0	0.6	9	0

(°) Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Mayaguez Campus, Mayaguez, P.R.

The rotation experiments followed split-plot designs with six replications. The main plots were three rotations : soybeans, corn, corn ; fallow corn, corn and corn, corn, corn. The subplots inclued two treatments for the two corn crops following the initial crop : 0 and 110 kg/ha of N applied as urea, one fourth at planting time and be the rest when the plants were one month old.

For the first crop in the rotation, corn hybrid Pioneer X-306B and soybean variety Jupiter were planted in the corresponding plots on the same day. Grasses and weeds were allowed to grow on the fallow plots. Weeds were removed by hand from the corn and soybean plots as necessary. Crop protection practices to prevent insect and disease incidence were followed as recommended under local conditions. The plots at the sandy Oxisol and at the clayey Ultisol were irrigated as necessary using a sprinkler system. The soybean and corn experimental plots received a complete fertilizer at planting, except that no N was applied to the soybeans.

After harvesting the first corn and the soybean crops, the corn roots, soybean stover, and weed fallow were plowed about 2 weeks before planting the next crop (X-306 B corn). The second and third crops in the rotation (corn), also received a complete fertilizer, except that half of each plot received no N while the other half received N at the rate of 110 kg/ha. Data on grain yields were taken at the three locations. In addition, the amount of soybean stover and weed fallow were determined at the sandy Oxisol and analyzed for N.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 - Initial soybean and corn grain yields.

Soil type	Soybean yield kg/ha	Corn yield kg/ha
Bayamon sandy loam	1743	4950
Humatas clay	1620	6240
Catalina clay	1061	4473

The soybean yields are only fair when compared with yields of previous experiments at the same sites. Yields of about 3170 kg/ha have been previously obtained in the Bayamon sandy Oxisol and in liming experiments at other sites. The corn yields are good especially at the Humatas site.

The grain yields of the corn crops following the initial corn crop, soybean crop and fallow are given in Table 3 for the three sites. In the first crop on both the Bayamon and the Humatas soils, corn with and without fertilizer N (as whole treatments) following soybeans yielded substantially more than corn following fallow. Mean differences were significant. This was not the case at the Catalina clay site.

Table 3 - The effect of plowed in soybean stover, fallow and corn ratoons on yield of field corn X-306B (kg/ha).

Treatments	Bayamon sandy loam		Humatas clay		Catalina clay
	Crop 1 kg/ha	Crop 2 kg/ha	Crop 1 kg/ha	Crop 2 kg/ha	Crop 1 kg/ha
Fallow, N	2377	4073	1814	3162	4461
Fallow + N	3940**	5577**	3867**	6765**	5734**
Soybean N	3972	4325	2770	3005	4782
Soybean + N	5745**	5595**	4495**	6488**	6729**
Corn, N	2879	3816	2137	2773	4870
Corn, + N	5284**	5413**	5088*	6369**	5976**

1/ ** Highly significant over no nitrogen

The effect of applied fertilizer N on succeeding corn crops is striking at all sites for that corn crop regardless of the previous crop. For the Humatas soil the yield was doubled in five instances out of six and for the Bayamon soil the increased yield due to applied N are also evident at the Catalina site.

Table 4 presents data on the amount of soybean stover and weed fallow plowed in and their N content. The N content is presented in increasing amounts as calculated from its percent and dry matter. There was no apparent statistical relationship between the amount of N returned to the soil from these residues and average yields of the subsequent corn crops. When the grain of a legume such as soybeans is harvested, the stover has a low N content and a relatively high C/N ratio. Consequently, the mineralization of the residues and release of available N to the succeeding crop is likely to be low.

It should be noted that the three continuous cron crops on Humatas soil, which were harvested over a period of less than 14 months, produced about 18,000 kg/ha of grain with the application of 110 kg/ha of N per crop. This would not be possible unless a substantial amount of N was applied from sources other than the applied N such as mineralization of soil organic matter or root residues.

This initial work should lead to further studies with other edible legumes in the rotation which after harvesting would have more green matter in the stover with a lower C/N ratio. Mineralization studies should help to clarify the situation.

Table 4 - Dry matter plowed in, its nitrogen content and yield data of field corn X-306B

Treatment	Dry matter kg/ha	Nitrogen kg/ha	Ave corn yield two crops kg/ha
Bayamon sandy loam			
Fallow	5270	78	2478
	6430	90	3196
	6240	98	3999
	8330	140	3596
	8450	142	2375
	9580	144	3740
Soybean stover	790	7	4047
	1025	7	4616
	1090	8	4691
	1340	9	3838
	1490	10	3800
	1671	12	4077
Humatas clay			
Fallow	2370	26	2480
	3280	288	2386
	4770	51	2854
	4495	55	2942
	5535	68	2264
	6640	70	1999
Soybean stover	4560	11	2835
	5730	12	3461
	3060	35	2920
	3200	42	2075
	4440	55	2967
	5070	101	3068
Catalina clay[1]/			
Fallow	780	9	6342
	880	10	2394
	1020	18	4391
	1730	19	4255
	2550	33	5738
	4100	82	3468
Soybean stover	3000	22	4562
	3000	23	4600
	3500	30	4500
	5510	46	5618
	5400	49	5732
	5300	62	3659

[1]/ Yield of one corn crop.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 192-203, 1977.

MATIERE ORGANIQUE ET STABILITE STRUCTURALE EN VERTISOLS IRRIGUES ORGANISATION DU SYSTEME HUMIQUE

J.F. TURENNE (°)

INTRODUCTION (1)

Les phénomènes de polycondensation des substances humiques interviennent directement sur la constitution de la matière organique et sur diverses propriétés des sols : Capacité d'échange, rétention en eau, stabilité structurale. Nous avons montré dans un précédent travail (J.F. TURENNE 1976) que l'amélioration des qualités agronomiques des vertisols en particulier dépend étroitement de la nature et de l'abondance des composés azotés dans le sol ; Deux points en particulier méritent d'être soulignés :

- le pourcentage d'agrégats stables est d'autant plus élevé que le pourcentage d'azote α aminé dans l'extrait humique, dosé par la méthode BREMNER (1965) est plus élevé.

- les composés azotés aminés ont une condensation croissante dans la fraction humique au for et à mesure que la polycondensation se développe. W. FLAIG 1975) (H.W. SHARPENSEEL et E. KRUSE 1972). L'alternance assèchement - réhumectation conduit à une polycondensation plus forte des substances humiques.

L'amélioration des qualités agronomiques des vertisols passe donc par une connaissance de la dynamique de la matière organique et des formes azotées : plus généralement c'est la relation Carbone - Azote et les différents facteurs de l'humification qui doivent permettre de contrôler cette amélioration et de maintenir un haut niveau de potentialité agricole. A l'opposé le caractère durable de l'amélioration dépend de la biodégradabilité des composés formés.

Ce travail présente l'évolution de différentes parcelles améliorées par une culture intercalaire de sorgho, mises en culture maraichère. Un certain nombre de situations sous culture légumière, ou en canne à sucre sont ajoutées dans la présentation des résultats, de manière à compléter l'échantillonnage. On examine successivement l'évolution de la stabilité structurale et du taux d'azote α aminé, l'évolution des formes humiques et du taux α aminé. En conclusion, un schéma de l'humification en vertisols est présenté, en liaison avec l'état de la stabilité structurale, ainsi qu'une organisation de la matière humique autour d'une relation caractéristique Carbone - Azote α aminé.

MATERIEL ET METHODES

1 - Les sols

La station d'essais de cultures irriguées de SAINTE-ANNTE (Martinique) est implantée sur vertisols magnésiens, type de sol dominant dans le future périmètre irrigué du Sud-Est de l'île. Ses caractéristiques sont rappelées dans le tableau I (COLMET DAAGE et al. 1967).

(°) Dr. en Sciences, Maitre de Recherche, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer - B.P. 81 - 97201 FORT DE FRANCE Cédex.

(1) Ce travail a été mené dans le cadre d'une Convention d'études de la Direction Départementale de l'Agriculture de la Martinique.

Tableau I - Vertisols de la région de SAINTE ANNE : Caractères analytiques

Prof. cm	Hor.	Arg.	Lim.	Sab.	C °/oo	N °/oo	C/N	Ca	Mg	K	Na	CE	pH eau
								Milliéquivalents					
0-15	A	64	14	9,4	15	1,51	9,9	18,7	17,7	0,33	2,31	49	6,0
60-80	(B)	68	12	9,9	6,9	0,7	9,8	12,3	15,0	0,09	5,4	45	5,8

Le profil montre deux horizons :

- de 0 à 15 cm, un horizon A brun, à larges fentes de retrait à l'état sec macro-structure en blocs grossiers supérieurs à 10 cm, micro-structure polyédrique.

- de 15 à 80 cm, un horizon (B) structural, à structure massive marqué par des fentes de retrait. C'est un sol argileux, faiblement désaturé (taux de saturation 79 %) à pH relativement acide (6).

Le pH diminue rapidement lors de la mise en culture : il est uniformément de 4,5 sur les parcelles étudiées, baisse liée à l'apport régulier d'engrais sous forme de sulfate d'ammonium et potassium.

Calcium et magnésium dominent dans le complexe absorbant, le sodium est relativement important pour ce type de sol ; l'argile est du type montmorillonnite.

2 - Climat

La pluviométrie sur la station est très variable (1973 : 771,4 mm ; 1974 : 1 113 mm ; 1975 : 913,7 mm).

Il est fréquent d'observer de longues périodes sèches (ex. 1973) durant lesquelles les précipitations prennent la forme d'averses brutales.

L'évaporation d'une prairie de digitaria atteint 1 900 mm/an ; elle est de l'ordre de 5 à 6 mm/jour pendant les périodes les plus chaudes (mars à septembre) mais décroît jusqu'à 4 mm/jour en novembre, décembre, janvier. Le déficit moyen annuel est de 700 mm/an (Direction Départementale de l'Agriculture 1973).

L'irrigation est conduite de telle manière que les pertes par ETP sont compensées et tient compte (fig. 1) des besoins en eau selon les périodes de végétation des plantes.

3 - Précédents culturaux :

Deux parcelles ont porté des cultures de sorgho en irrigué et en non irrigué durant 24 mois, puis ont été mises en cultures maraichère : tomates, melons, haricots verts, des prélèvements réguliers permettent de suivre l'évolution de la stabilité structurale après mise en culture. L'azote est apporté sous forme d'urée à 46 %, en doses supérieures sur le sorgho (de l'ordre de 500 à 800 unités à l'année).

Les cultures de tomates ont reçu 180 unités, les cultures de melon 180 unités, les cultures d'haricots verts 60 unités (fig. 1 a-b).

4 - Méthodes

Sur les échantillons séchés à l'air, le Carbone total est dosé par la méthode WALKLEY - BLACK.

La matière organique est partagée en deux fractions :

a) une fraction extraite par un mélange (pyrophosphate de NaO, 1M, soude 0,1N. L'extraction est menée jusqu'à épuisement des fractions soluble ; dans ce cas précis, deux extractions suffisent.

b) une fraction non extraite, résidu ou HUMINE.

Cette méthode permet d'extraire jusqu'à 70 % du Carbone total désigné par matière humique totale (MHT).

Sur l'extrait alcalin ainsi obtenu, acides fulviques et humiques sont séparés par acidification de la solution.

L'azote total est dosé par la méthode KJELDHAL.

Les formes azotées : elles sont obtenues à partir d'une hydrolyse HC1 6N (BREMNER 1965) : on dose N hexosamine, N amino acides, N ammonium.

5 - La stabilité structurale

On détermine les taux d'agrégats stables à l'eau (HENIN 1960), sans prétraitement, après prétraitement à l'alcool, après prétraitement au benzène. Ce taux représente le pourcentage d'agrégats stables compris entre 0,2 et 2 mm. En l'absence de sables grossiers, ce pourcentage est pris ici comme critère de la stabilité structurale.

RESULTATS (tableau 2)

1 - Evolution de la stabilité structurale et des composés azotés en culture maraîchère

La figure 1 permet de suivre l'évolution du taux d'agrégats et du taux d'azote α aminé dans la fraction humique et dans la fraction humine (ou non extrait aux réactifs alcalins) à partir d'un niveau élevé, atteint pour ces deux variables après 24 mois de culture de sorgho, en irrigué (fig. 1a) ou sans irrigation (fig. 1b).

On constate une diminution rapide de la stabilité structurale dès la mise en culture. Corrélativement, on constate une diminution de la teneur en formes N α aminé, et ceci dans la fraction humique ; les teneurs dosées dans la partie non extraite étant sensiblement constantes.

Cette évolution est notée aussi bien après une culture de sorgho irriguée qu'après une culture de sorgho non irriguée.

La diminution du taux d'agrégats stables se poursuit pour la parcelle anciennement irriguée jusqu'à la fin de la récolte de tomates, alors que ce taux tend à se stabiliser dans la parcelle anciennement en sorgho non irrigué ; cette parcelle montre par ailleurs une variabilité moins grande de la stabilité structurale (résistance plus forte à la dégradation. La conduite de cette parcelle sans irrigation a-

boutit à la soumettre à une alternance assèchement réhumectation liée naturellement aux saisons climatiques : les agrégats paraissent plus résistants.

Une période sèche (avril), ainsi qu'une préparation du sol à ce moment là ont pour effet de relever le taux d'agrégats dans les parcelles, ainsi que le taux d'azote α aminé ; ceci est particulièrement net pour la parcelle anciennement en sorgho irrigué.

Deux interprétations de cette augmentation sont possibles :

a) l'amélioration de la stabilité structurale et du taux d'azote aminé obtenu après 24 mois de sorgho irrigué concerne une tranche de sol plus épaisse qu'en culture non irriguée ; un labour en fin de culture de tomates peut ramener une tranche de sol améliorée non concernée par un premier labour.

b) la période sèche favorise la formation d'agrégats stables ; la préparation du sol a pour effet d'augmenter le taux d'azote α aminé (transformation des résidus de récolte).

L'effet d'une période sèche est également noté en juillet entre deux périodes de culture : elle entraine de la même manière que précédemment une augmentation du taux d'agrégats stables présents dans les deux parcelles, le taux d'azote aminé montrant une relative stabilité.

Relation stabilité structurale - Azote α aminé

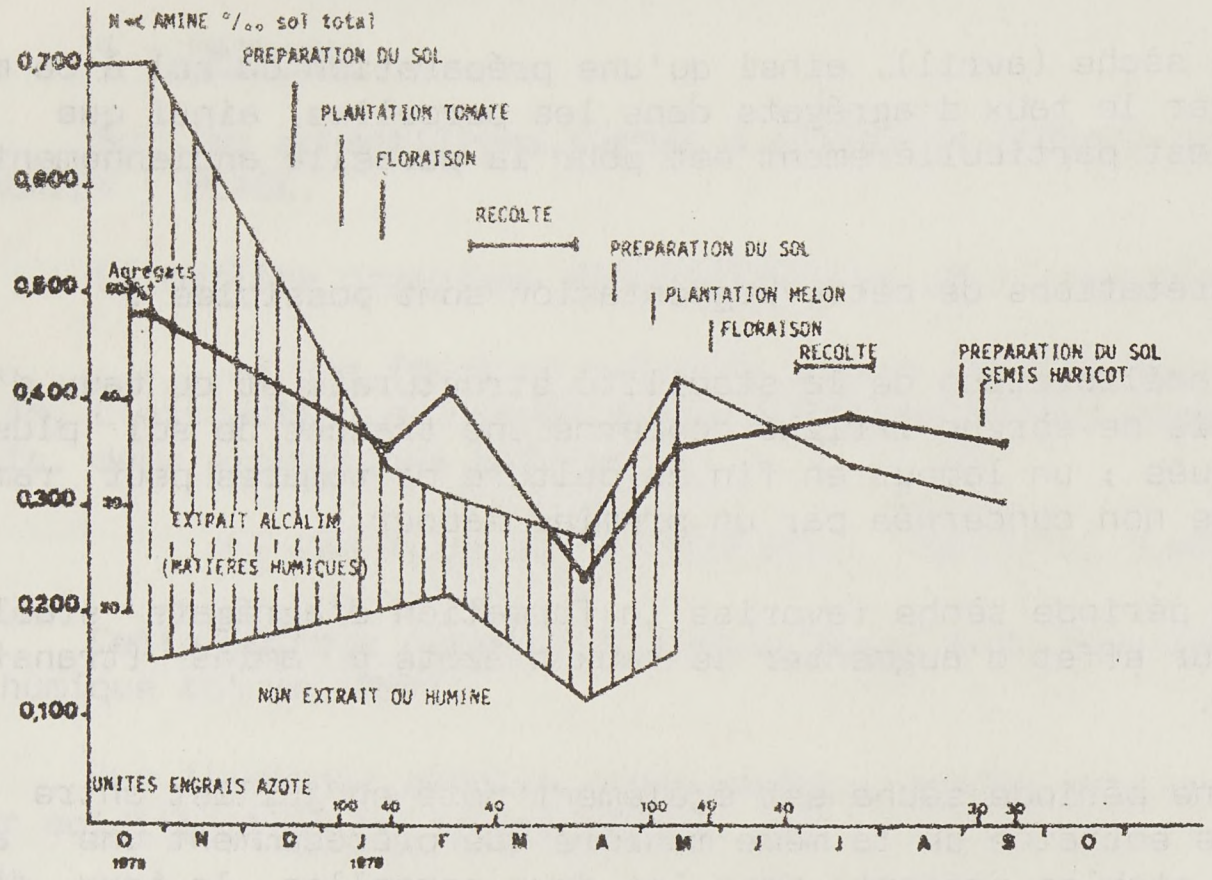
En reprenant ici des résultats antérieurs (parcelles en sorgho de 2, 12, 15, 18, 20, 23 mois) et des parcelles en cultures maraichères (tableau 2), on montre une relation significative (fig. 2) entre le taux d'agrégats stables (Ag. %) et le taux d'azote N α aminé présent dans l'extrait humique :

$$\text{Ag stables } \% = 24.70 + 27.129\ N_{A}\ {}^{\circ}/_{\circ\circ}$$

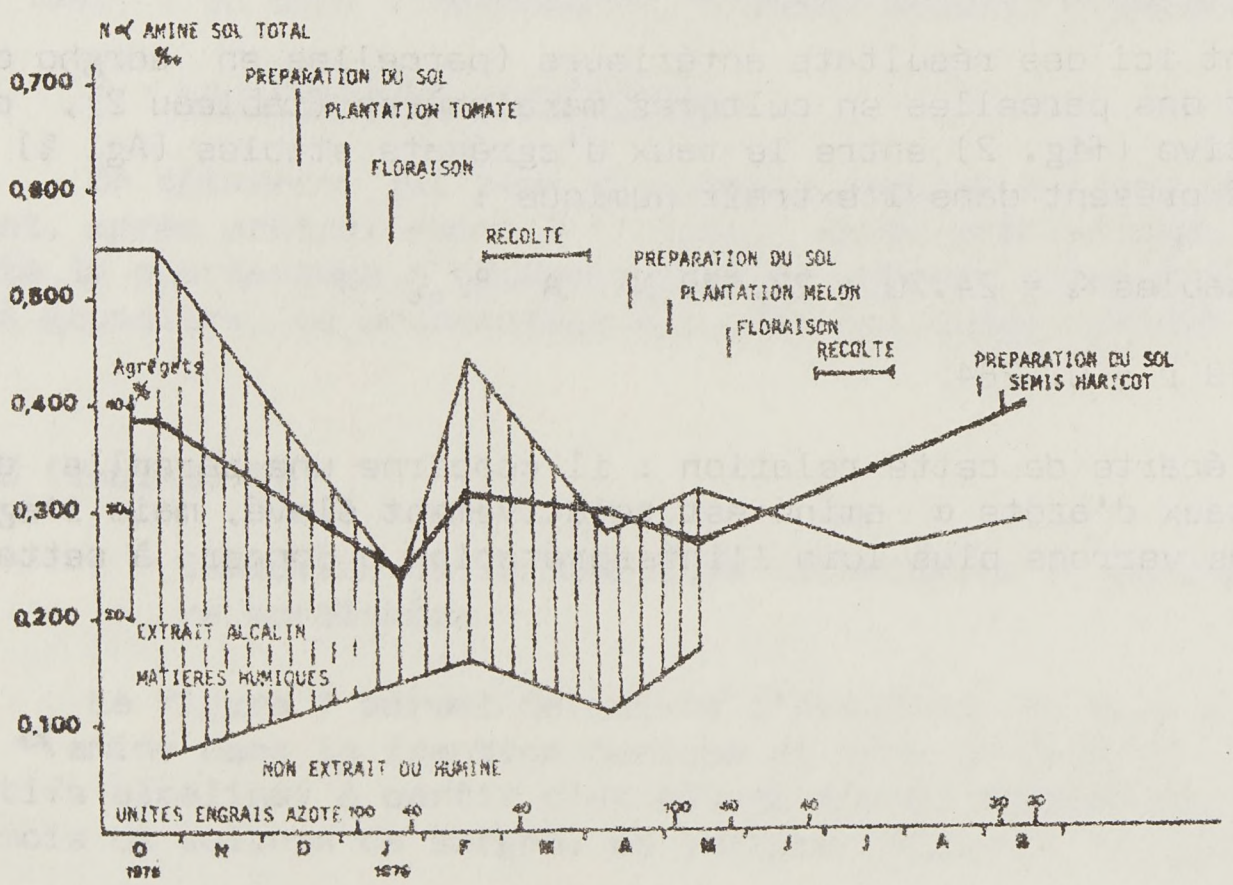
$$n = 19 \quad r = 0.6284$$

Un point s'écarte de cette relation : il concerne une parcelle de 2 mois en sorgho irrigué. Le taux d'azote α aminé est relativement élevé, mais l'agrégation n'est pas réalisée. Nous verrons plus loin l'interprétation a donner à cette situation.

1-A. PARCELLE APRES SORGHO IRRIGUE



1-b. PARCELLE APRES SORGHO NON IRRIGUE



1-c. PLUVIOMETRIE, ETP, IRRIGATION

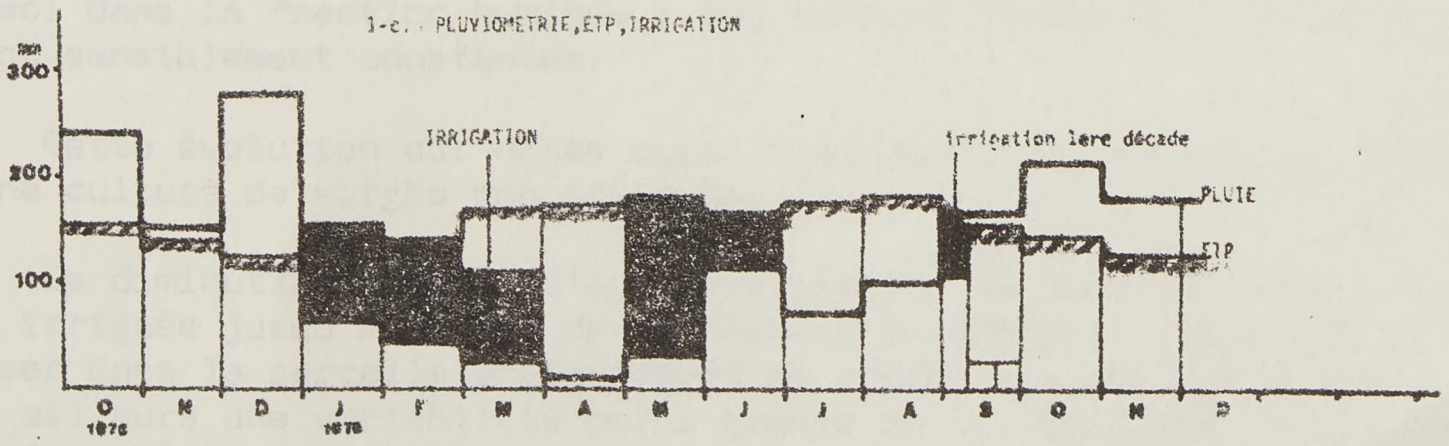


Figure 1 : Evolution de la stabilité structurale et du taux d'azote ∝ aminé

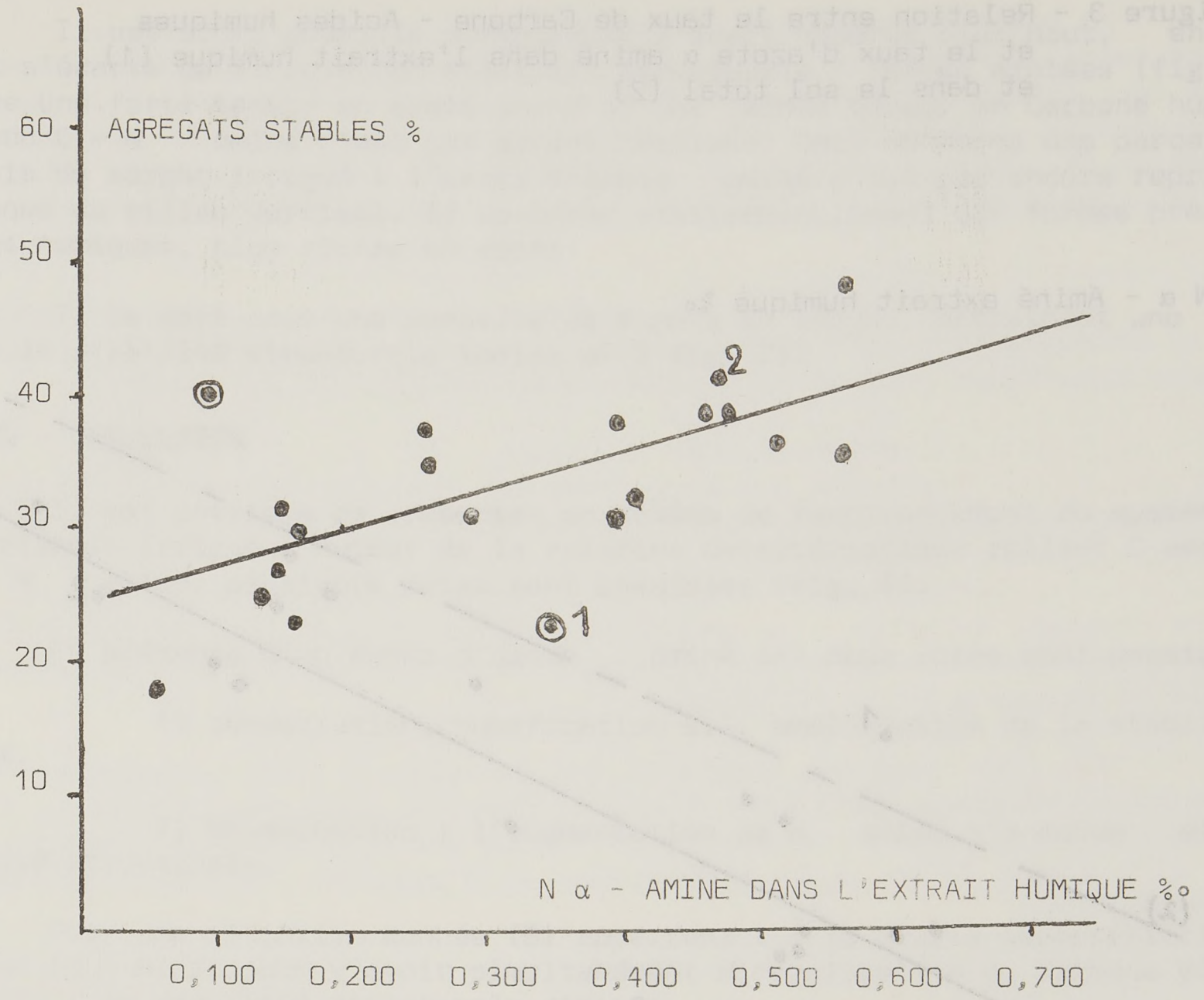


Figure 2 - Relation entre le taux d'azote aminé dans l'extrait humique et le taux d'agrégats stables.

En conclusion le taux d'agrégats stables diminue rapidement lors de la mise en culture maraichère. Il est directement relié au taux d'azote α aminé présent dans l'extrait humique. Une période sèche a pour effet de relever le taux d'agrégats ; plus généralement l'alternance assèchement réhumectation entraine une stabilité structurale plus résistante à la dégradation.

2 - Formes humiques et formes azotées α aminées :

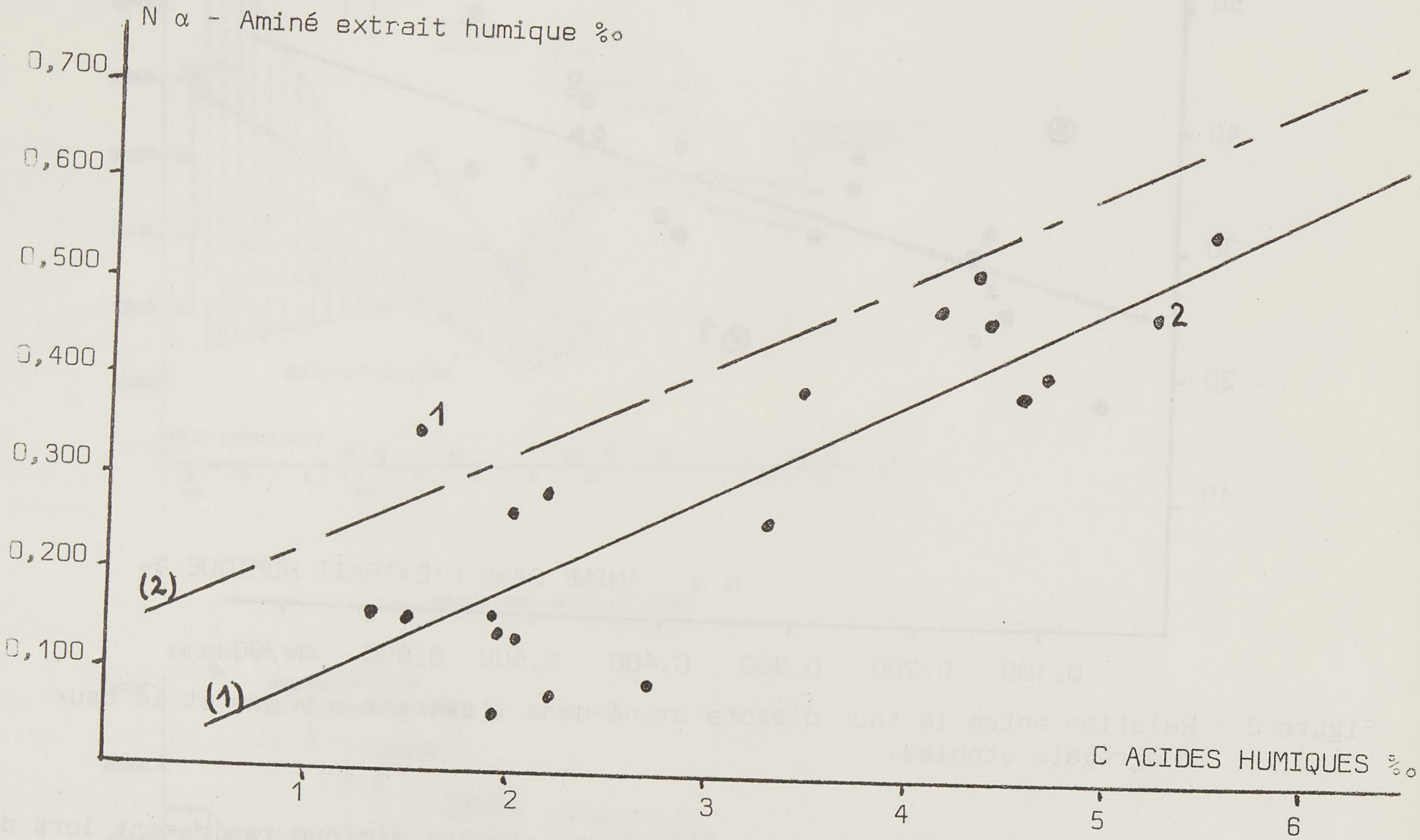
Le taux d'azote α aminé dosé selon la méthode BREMNER peut représenter de 10 à 40 % de l'azote total du sol ; lorsque l'on compare le taux d'azote α aminé présent dans l'extrait humique et le taux de carbone °/oo dosé dans les acides humiques (C °/oo AH), il apparait une relation significative (fig. 2 (1) :

$$\text{- N } \alpha \text{ aminé } °/_{oo} \text{ (extrait humique)} = 0{,}0119 + 0{,}09897 \text{ C } °/_{oo} \text{ AH}$$
$$n = 20 \qquad r = 0{,}70186$$

Cette relation existe également lorsque l'on compare globalement le taux d'azote aminé présent dans le sol total et le Carbone (C °/oo) des acides humiques (fig. 3 - (2) :

$$\text{- N } \alpha \text{ A}°/_{oo} \text{ (sol total)} = 0{,}13268 + 0{,}09226 \text{ C } °/_{oo}\text{AH}$$
$$n = 32 \qquad r = 0{,}86$$

Figure 3 - Relation entre le taux de Carbone - Acides humiques et le taux d'azote α aminé dans l'extrait humique (1) et dans le sol total (2)



On constate alors que la pente de la droite obtenue dans ce dernier cas n'est pas significativement différente de celle obtenue précédemment.

Ceci rejoint les observations concernant la fraction non extraite : on dose en effet des quantités sensiblement constantes dans la fraction humine, pour l'azote α aminé.

Les variations de cette forme azotée concernant donc essentiellement la fraction azotée α aminé présente dans l'extrait humique.

Plusieurs constatations découlent de ces relations ainsi mises en évidence :

- les formes azotées sont d'une concentration d'autant plus élevée que les formes humiques sont elles-mêmes plus abondantes. Ceci rejoint les observations de nombreux auteurs, en particulier W. FLAIG (1975, Op. ctt), HW SHARPENSEEL et E. KRUSE (1972) : l'augmentation des acides humiques passe par une augmentation des formes azotées aminées.

- le système humique s'organise autour d'une relation caractéristique C - N α aminé.

- la mise en culture tend à ramener l'état des formes C et N à celui observé dans le milieu environnant (savane). (tableau 2).

Il est alors possible d'expliquer l'écart observé plus haut, entre le point qui s'écarte de la relation stabilité structurale / formes azotées (fig. 1) et qui montre une forte teneur en azote aminé et une faible teneur en Carbone humique la combinaison C - N aminé n'est pas encore réalisée. Ceci concerne une parcelle après 2 mois de sorgho irrigué : l'excès d'azote aminé n'est pas encore repris dans la dynamique du milieu vertisol. Il concerne vraisemblablement des formes précurseurs des acides humiques, plus riches en azote.

Il le sera pour une parcelle de 6 mois en sorgho, entrainant une augmentation de la stabilité structurale (point n° 2 fig. 2).

DISCUSSION - CONCLUSION

Il est possible de présenter un schéma de fonctionnement du système humique en vertisols irrigués. Autour de la relation caractéristique reliant C acides humiques et N aminé, plusieurs voies sont possibles (fig. 4).

En présence d'un excès d'azote aminé (A) deux voies sont possibles :

1) condensation, humification s.l. amélioration de la stabilité structurale.

2) désamination : l'augmentation de N aminé n'a aucun effet sur la stabilité structurale.

Pour une situation donnée (B) appartenant à la droite caractéristique de la relation (C - N) il peut y avoir simultanément minéralisation du Carbone et désamination (3) : la stabilité structurale diminue.

De la même manière, en présence d'un excès de Carbone deux voies sont possibles :

1) présence d'azote aminé, formation des substances humiques, augmentation de la stabilité structurale.

2) minéralisation du Carbone, stabilité structurale faible,

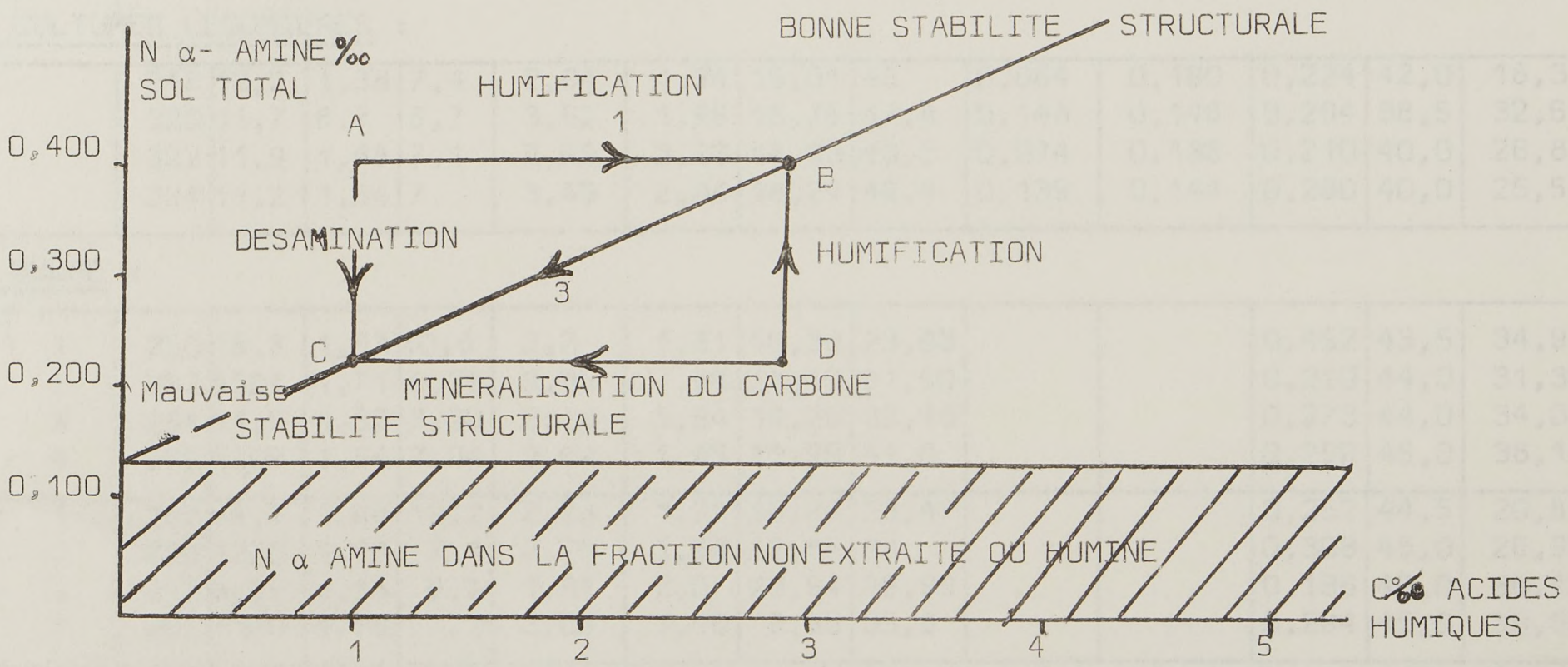


Figure 4 - Relation caractéristique N α aminé sol total et carbone acides humiques en vertisols

En culture maraichère en vertisols, la conduite des façons culturales doit donc tendre à mainteni r les niveaux de Carbone et d'azote aminé des acides humiques à leur niveau le plus élevé, réalisant ainsi un effet protecteur de la stabilité structurale. Les facteurs qui conduisent à une transformation orientée vers la condensation des formes humiques (Y. DOMMERGUES. F. MANGENOT (1970) sont donc à prendre en considération, si l'on veut maintenir une stabilité structurale élevée. Ce sont :

- des travaux du sol prudents et limités : le travail mécanique accélère la décomposition des débris végétaux, il brise les agrégats et mobilise les substances organiques ; l'activité microbiologique globale est accrue.

- couverture du sol (paillis)

Pratiquer une alternance sec - humide favorable à la condensation des substances humiques et à la formation des composés stables.

- Maintien d'un taux de formes α aminées élevé : apport d'azote apport de composés humifiés : ce peut-être un compost réalisé à partir de résidu de l'industrie sucrière, complété par un apport azoté ; l'effet d'un tel compost sur la stabilité structurale est à contrôler.

D'autres résultats suggèrent que la relation caractéristique C - N α aminé ici mise en évidence, peut-être également montrée, avec des paramètres différents, pour d'autres types de sol indiquant pour chacun une organisation caractéristique du milieu. Il y a donc là un moyen de contrôler et d'améliorer le potentiel agronomique des sols cultivés.

Tableau 2

	N°	C °/oo	N °/oo	C/N	AF C°/oo	AH C°/oo	AH C	Ext °/o	N A ext °/oo	N A humine °/oo	N A Total °/oo	CE me	Agr. % moyenne
SORGHO IRRIGUE :													
2 mois	124	16,8	1,33	12	8,98	1,58	9,40	63,1	0,349	0,113	0,462	40,0	22,83
12 mois	130	15,7	1,26	12,5	2,16	5,24	33,37	47,1	0,469	0,105	0,574	37,0	41,44
15 mois	132	14,6	1,33	11,0	6,0	3,28	22,46	63,6	0,254	0,096	0,350	33	38,70
18 mois	128	15,3	1,45	10,7	4,76	4,68	30,58	61,4	0,410	0,108	0,518	33	31,95
20 mois	126	15,7	1,36	11,5	7,56	4,60	29,29	77,7	0,397	0,121	0,518	32	38,41
23 mois	135	16,8	1,75	9,6	3,4	5,56	33,09	53,5	0,563	0,151	0,714	24,5	47,85
TOMATES, MELONS, HARICOTS VERTS APRES SORGHO IRRIGUE :													
24 janv.	259	15,05	1,68	9,0	4,1	1,41	09,36	46,3			0,336	36,0	35,64
18 fév.	283	17,0	1,0		3,79	2,71	15,94	45,1	0,091	0,217	0,308	37,0	40,83
9 avril	458	15,4	1,61	9,5	4,01	1,52	09,80	36,0	0,155	0,111	0,266	28,0	23,06
14 mai	539	16,4	2,1	8,0	3,78	2,08	12,68		0,262	0,158	0,420	35,5	35,4
20 juil.	163	13,2	2,17	6,1							0,329		35,73
16 sept.	183	12,7	1,61	8,0							0,294		35,61
SORGHO EN SEC :													
12 mois	138	14,6	1,40	10,4	7,25	1,15	7,87	57,5	0,562	0,110	0,672	42,0	35,06
15 mois	141	16,4	1,33	12,3	7,16	4,36	26,58	51,8	0,515	0,115	0,630	38,0	36,91
18 mois	144	15,6	1,33	11,7	4,20	3,48	22,30	49,3	0,395	0,109	0,504	33,1	31,20
20 mois	146	14,5	1,29	12,2	5,04	4,40	30,34	64,8	0,465	0,095	0,560	33,0	38,78
23 mois	149	16,0	1,29	12,4	2,64	4,16	26,00	42,5	0,477	0,069	0,546	34,0	38,33
TOMATES, MELONS, HARICOTS VERTS APRES SORGHO EN SEC :													
24 janv.	258	13,5	1,61	8,4	3,62	1,35	10,00	50,9			0,238	34,5	24,48
18 fév.	282	13,1	1,57	8,4	2,87	2,23	17,02	41,8	0,285	0,163	0,448	35,7	31,98
9 avril	457	16,3	1,75	9,32	5,08	1,34	8,22	39,4	0,169	0,111	0,280	35	29,95
14 mai	538	15,5	2,03	7,06	3,62	1,93	12,45	35,8	0,150	0,172	0,322	36,0	26,86
20 juil.	162	12,2	1,9	6,4							0,252		34,35
16 sept.	182	13,6	1,64	8,5							0,287		41
SOLS EN CULTURES LEGUMIERES :													
	318	10,2	1,38	7,4	2,64	1,94	19,01	45	0,064	0,160	0,224	42,0	18,3
	320	11,7	6,7	6,7	3,62	1,96	16,75	47,8	0,148	0,146	0,294	38,5	32,6
	322	11,9	1,68	7,1	2,95	2,23	18,93	43,3	0,074	0,136	0,210	40,0	26,8
	324	11,2	1,64	7	3,49	2,04	18,21	49,4	0,139	0,141	0,280	40,0	25,53
CANNE A SUCRE :													
Billon 1	250	16,7	1,57	10,6	2,2	1,81	10,83	23,83			0,452	43,5	34,9
2	252	15,01	1,71	8,75	3,05	1,68	11,19	31,50			0,210	44,0	31,36
3	254	11,5	1,57	7,30	2,18	1,64	14,26	33,18			0,273	44,0	34,07
4	256	12,09	1,64	7,34	3,52	1,45	11,99	41,0			0,259	45,0	38,11
Sillon 1	252	16,7	1,64	10,2	2,23	1,71	10,24	23,47			0,252	44,5	20,8
2	253	12,76	1,78	7,1	3,21	1,64	12,85	38			0,308	45,0	26,95
3	255	9,55	1,43	6,6	1,81	2,0	20,94	39,96			0,196	43,0	30,42
4	257	11,50	1,58	7,2	3,02	1,10	9,56	35,8			0,294	45,0	30,56
SAVANE : 1 - 3 mois irrigation/4 ; 2 - 2 mois irrigation/4 ; 3-1 mois irrigation/4 ; 4-4 mois sec													
	260	14,04	1,88	7,5	3,86	1,78	12,67	40,12			0,245		
	261	11,11	1,75	6,5	3,13	1,29	11,61	39,80			0,224		

BIBLIOGRAPHIE

BREMNER (J.M.) 1965.- In C.A. BLACK : Modern Methods of soil analysis. Amer. Soc. agro. Inc. Publ. Madison Wisconsin USA 1238-1255.

BREMNER (J.M.) 1967.- Nitrogenous Compounds, in soil Biochemistry. Ed. A.D. MC Laren and G.H. Petersen, Marcel Dekker, New York 1966.

COLMET DAAGE (F.), GAUTHEYROU (J.), GAUTHEYROU (M.) 1967.- Sélection de profils des Antilles. Profils de la Martinique, volcanisme ancien ORSTOM, Centre des Antilles, 184 p. ozalid.

Direction Départementale de l'Agriculture - 1975.- Station d'essais en cultures irriguées de Sainte Anne. Besoins en eau des cultures D.D.A. Fort-de-France 28 p. multig.

Direction Départementale de l'Agriculture - 1975.- Périmètre d'irrigation du Sud Est. Station d'essais en cultures irriguées de Sainte Anne. Résultats des essais 1975.

Direction Départementale de l'Agriculture - 1976.- Station d'essais en cultures irriguées de Sainte Anne. Programme 1976 d'expérimentation. Résultats des essais.

DOMMERGUES (Y.), MANGENOT (F.), 1970.- Ecologie microbienne du sol, Masson Paris 796p.

FLAIG (W.), BEUTELSPACHER (H.), RIETZ (E.) 1975.- Chemical composition and physical properties of humic substances. In soil components, vol. John E. Giesking, Springer - Verlag, New York, 1-211.

HENIN (S.), FEODOROFF (A.), GRAS (R.) MONNIER (G.) 1960.- Le profil cultural S.E.I.A. Paris 320 p.

SHARPENSEEL (H.W.), KRUSE (E.) 1972.- Amino acids in clay-humic acid complex formation I.A.E.A., Vienne 193-209.

TURENNE (J.F.), 1976.- Dynamique de la matière organique en sols cultivés. Effet d'une culture intercalaire de sorgho en vertisols irrigués. Cah. ORSTOM série Pédo, vol. XIV, n° 3, 1976, 193-205.

RESUME

En vertisols irrigués, la stabilité structurale, améliorée par une culture intercalaire de sorgho, diminue lors de la mise en culture maraichère. Le taux d'agrégats stables dépend du taux d'azote α aminé présent dans la fraction humique de la matière organique.

Il existe une relation linéaire entre le Carbone des acides humiques et la quantité d'azote α aminé, indiquant une organisation du système humique, caractéristique du milieu étudié, dont dépendent l'amélioration, le maintien ou la dégradation du potentiel agricole des vertisols.

SUMMARY

ORGANIC MATTER AND STRUCTURAL STABILITY IN VERTISOLS

UNDER IRRIGATION HUMIC SYSTEM ORGANISATION

The structural stability of irrigated vertisols, is ameliorated with an alternate sorgho cultivation ; it decreases when cultivated for food crops. The ratio of stable aggregates depends upon the ratio of α aminated nitrogen in the humic fraction of organic matter.

The linear relation between the humic acids Carbon and α aminated nitrogen, indicates a humic system organisation, which is characteristic of the vertisols. This organisation regulates amelioration, maintenance or degradation of agricultural potential of these soils.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 204-208, 1977.

THE RESPONSE PATTERNS OF BANANAS AND PLANTAINS TO COMMON FERTILIZER LEVELS

G. SAMUELS[°]

INTRODUCTION

Bananas *(Musa acuminata)* has been both a local food and a export crop in the Caribbean. Because of its importance as an export crop, research investigation as to its responses to fertilizers has been carried out for many years. On the other hand, plantains, *(Musa acuminata* x *M. balbisiana* AAB), has been a local food crop of importance primarily in the Dominican Republic and Puerto Rico with small importance as an export crop. Research as to the response of plantains to fertilizer has been very limited. Often, extension agents and farmers use fertilizer recommendations for bananas for their plantain crops assuming that their responses to fertilizer should be similar inasmuch as the two crops share botanical similarity.

In order to determine if responses by bananas and plantains to common fertilizer levels were similar, experiments were conducted in the humid mountain region of Puerto Rico where both crops are normally grown. The results of these experiments are presented in this paper.

MATERIALS AND METHODS

The Hightate banana (a Gros Michel cultivar) and the Maricongo plantain (a Horm-type cultivar) were used in this study. The experiments were planted on a Humatas clay (Typic Tropohumults) at the Corozal Substation in the humid mountain region of Puerto Rico. The soil chemical characteristics were as follows : pH 5.5, organic matter 3.84 %, catoin exchange capacity 14.64 meq/100 g soil, available P 6 p/m (Olsen method), and exchangeable cations in p/m K 70, Ca 1,046 and Mg 97.

Fertilizer levels in common for both bananas and plantains were N and K^2O at 0, 224, 336, 448, 672, 897, and 1,121 kg/ha, respectively, and P^2O^5 and MgO) at 0, 112, 224, 448, and 897 kg/ha respectively. There were separate experiments for avaluation of each of the fertilizer elements N, P^2O^5, K^2O and MgO. When a given fertilizer element was varied the other elements were supplied at a constant level as follows : N 224, P^2O^5 112, K^2O 400, and MgO 200 kg/ha.

Corms, pre-selected from high yielding plants (50 plantains or 100 bananas/plant) were used as planting materials. The corms were peeled to discard necrotic tissue, immersed in a solution of Nemagon 70 EC (1,064 ml/379 liters of water) for 5 minutes and planted 24 hours later. At planting, a granular nematocide-insecticide, Dasanit, was applied at a rate of 56 g per planting hole mixing the material with the soil and covering the corm. An additional 56 g was added every 6 months on the soil surface in a 0.75 m radius around the plant. The fertilizer was applied at 1, 3, and 9 months after planting in a circle around the plant.

The experimental plot for both bananas and plantains consisted of a double row of plants 1.83 m between plants and rows giving 6 plants per plot. A border of 2.13 m separated each plot on all sides. The I.83 x 183 m distance corresponds to 2988 plants/ha. The various fertilizer treatments for the bananas or plantains were arranged in a split-plot design with fertilizer levels as the sub-plots and bananas and plantains as the main plot. The main plots were replicated three times in a randomized block design.

Soil samples (0-20 cm) were taken before fertilizer application and ofter harvest. Leaf samples were taken of leaf No. 3 (first fully-opened leaf designated as N° 1) at 7 months after planting.

The production at the zero fertilizer levels was assigned a value of 100 and all yields were then recalculated as relative values on this basis. This was done for brevity in presentation and to allow for meaninful comparisons of the bananas and plantain production as influenced by common fertilizer levels.

RESULTS AND DISCUSSION

Nitrogen

Increases in the production of bananas and plantains/ha was not obtained beyond the 224 kg N/ha level (table 1). At levels beyond 224 kg and up to 1,121 kg N/ha reduced yields were obtained, moreso for plantains than bananas. The % plants/ha bearing fruits and number of fruits/ha was not appreciably changed by high N rates for bananas. The weight of fruits/ha was decreased for bananas at levels above 448 kg N/ha. The plantain, however, did not react the same and was sensitive to high N rates for % bearing plants, number and weight of fruits/ha (table 1).

Considering the individual bunch (table 2), the plantain was more sensitive to high N rates than the banana. This was moreso for weight of fruits/bunch as compared to number of fruits.

Leaf N values were somewhat higher for plantains (4.20-5.25) than bananas (4.00-4.35) (table 2). Both values being higher than the 3.66 % value associated with no-response to N fertilizers for plantains.

There was not a great need for N fertilizer by either bananas or plantains. This may have been due to the fact that the field used for the N experiments had been in grass fallow for three years before planting these crops. In general recommendations for N fertilizer rates for plantains are 250-325 kg N/ha. The N experiment did not permit a more precise evaluation of increases in production responses to bananas and plantains to N. However, there was a clear pattern of differential response of bananas and plantains to high N rates being more detrimental for plantains than bananas.

Potassium

There were positive increases in production/ha to K fertilizer application, but the magnitude of response was greater for bananas than plantains. For example, at the 336 kg K_2O/ha level bananas were 1.5, 1.6, and 2.2 times greater in relative responses than plantains for % of plants bearing fruit and number of fruit/ha (table 1) with 672 kg K O/ha being best for plantains in relation to weight of fruit/ha. Plantains gave greater relative responses at the 672 kg K_2O/ha level as compared to 336 kg K O/ha for bananas in relation to the number and weight of fruit/bunch (table 2).

The decrease in production at very hight K O levels was more evident in plantains than bananas, but the magnitude of yield depression was not as great as found for high N levels.

Leaf-K values were similar for both bananas (2.75 - 4.45) and plantains (3.33 to 4.32) with plantains averaging about 7 % higher values than bananas (table 2).

Phosphorus

Responses to P applications were not significant in the experiment for either bananas or plantains. This might have been due to the surface application of the phosphate fertilizer rather than incorporating it into the soil at planting. However, leaf P values were above the 0.18 % P normally associated with no responses to P applications for plantains.

There were no trends as to differences in relative responsesby either bananas or plantains to the varying P fertilizer levels. (tables 1 and 2). Leaf-P values were quite similar for both crops (table 2).

Magnesium

Responses to Mg applications were variable, but more apparent for bananas than plantains (tables 1 and 2). The use of 112 kg MgO/ha gave positive increases in number and weight of fruit/ha and/bunch for bananas, but yield reductions were obtained for plantains. Leaf-Mg values were similar for both crops with slightly lower values for bananas.

CONCLUSIONS

In general, there were many similarities in the magnitude of response of bananas and plantains to a given fertilizer level. However, certain differences were obtained. Plantains production was depressed much more than bananas at high N rates. Bananas gave a much greater relative yield response to a given K level than plantains. Thus, it might be misleading to accept the recommendations obtained from a banana fertilizer experiment as valid for plantain fertilizer recommendations.

Table 1 - The relative responses in production per ha of bananas and plantains to common fertilizer levels.

Fertilizer Kg/ha	% bearing fruit		Number of fruit		Weight of fruit	
	Bananas	Plantains	Bananas	Plantains	Bananas	Plantains
N	NITROGEN					
0	100	100	100	100	100	100
224	111	106	102	105	96	101
336	111	86	98	103	95	86
448	111	86	107	77	102	80
572	89	66	107	103	90	65
897	89	54	100	58	88	41
1,121	100	54	100	69	78	36
K^2O	POTASSIUM					
0	100	100	100	100	100	100
224	160	100	152	108	236	120
336	180	120	189	117	318	145
448	170	113	172	110	290	140
672	180	107	175	115	299	150
897	180	93	170	102	311	122
1,121	180	100	181	107	302	117
P^2O^5	PHOSPHORUS					
0	100	100	100	100	100	100
112	100	94	101	94	106	107
224	100	94	88	86	98	88
448	100	100	107	93	134	95
897	100	94	96	99	103	102
MgO	MAGNESIUM					
0	100	100	100	100	100	100
112	100	100	123	91	107	82
224	87	94	106	85	91	84
448	100	106	109	104	115	87
897	120	106	138	112	120	88

Table 2 - The relative response in production per bunch and leaf value of bananas and plantains to common fertilizer levels.

Fertilizer kg/ha	Number of fruits		Weight of fruits		Leaf nutrient value %[1]	
	Bananas	Plantains	Bananas	Plantains	Bananas	Plantains
N	NITROGEN				N	
0	100	100	100	100	4.00	4.20
224	102	100	95	93	4.15	4.30
336	99	98	94	99	4.35	4.35
448	106	109	99	94	4.30	4.95
672	106	104	95	97	4.20	5.00
897	103	98	90	70	4.20	4.85
1,121	100	91	84	60	4.35	5.25
K^2O	POTASSIUM				K	
0	100	100	100	100	2.75	3.33
224	104	103	118	119	3.70	3.48
336	116	105	141	119	3.63	4.14
448	111	105	135	122	3.65	4.25
672	106	116	132	139	4.55	4.82
897	104	108	138	129	4.28	4.60
1,121	110	105	133	116	4.45	4.33
P^2O^5	PHOSPHORUS				P	
0	100	100	100	100	0.23	0.22
112	101	100	106	114	.24	.22
224	88	91	98	94	.23	.25
448	107	93	134	95	.23	.24
897	96	105	103	109	.23	.21
MgO	MAGNESIUM				Mg	
0	100	100	100	100	.27	.23
112	123	91	107	82	.30	.33
224	116	92	105	89	.33	.33
448	123	94	115	82	.33	.39
897	123	102	100	83	.36	.39

[1] % dry weight of leaf no. 3 at 7 months of age

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 200-215, 1977.

REPONSES DE *VIGNA UNGUICULATA* AU CHAULAGE

M. CLAIRON(°)

INTRODUCTION

Suite aux très nombreux travaux effectués depuis des dizaines d'années en pays tempérés, on sait que les légumineuses exigent des sols à pH voisin de la neutralité pour fournir de bons rendements. En ce qui concerne *Vigna unguiculata* son importance, dans les pays en voie de développement, nécessite une approche de ses exigences agronomiques.

Avec la variété "black eye" une première expérimentation fut conduite sous abri vitré, en pots de culture, sur sol acide de Guadeloupe avec ou sans chaux et fertilisation.

Au stade début floraison nous avions noté une augmentation, significative de l'azote exporté, de 30 %, pour la partie aérienne des plantes croisant sur sol recevant l'équivalent de 2 T/Ha Ca O, par rapport au témoin ; cette augmentation étant équivalente à une fertilisation de 20 -150-150 (N.P.K.) du même sol.

La teneur en azote des grains et leur nombre sont supérieurs de 10 % à ceux du témoin.

Le présent travail rapporte les effets du chaulage et de la fumure sur la variété M. 53 sur deux sols à caractéristiques très différentes.

L'action bénéfique du chaulage de sol acide peut-elle se manifester pareillement avec M 53 ?

Dans le cas d'une réponse positive celle-ci est-elle dûe à Ca^{2+} ou au relèvement du pH ?

Pour le savoir on utilise d'une part du Clorure de Calcium et, d'autre part, du carbonate de Calcium.

Le sol alcalin de Grande-Terre pourrait nous renseigner sur ses potentialités pour M 53.

Enfin on a voulu tester un inoculum de Rhizobium méliloti de Dijon (France).

MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisé deux types de sols dont leurs caractéristiques figurent ci-dessous :

Sol	Nature	pH eau	C	N	C/N	CEC	P %	K %
Duclos	argileuse (kaolinite)	4.5	15	1.5	10.0	25	0.01	0.12
Grande-Terre	argileuse Montmorillonite	7,4	30	2.96	10.1	62	0.11	0.50

(°) Station d'Agronomie, INRA Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg (Guadeloupe)

(*) J.E. Salette & M. Clairon : unpublished work - 1969

Ces sols séchés à température ordinaire, sont tamisés à 5 mm, fertilisés et / ou amendés suivant le tableau des traitements :

I	1 Duclos acide	non inoculé
	2 " "	inoculé
II	1 Acide + Fertilisation (20-150-150).....	non inoculé
	2 " " "	inoculé
III	1 Acide + Ca Cl2 (1.50 g/kg).....	non inoculé
	2 " + " "	inoculé
IV	1 Acide + Ca CO3 équiv. 2T/Ha CaO.....	non inoculé
	2 " " "	inoculé
V	1 G.T. alcalin.....	non inoculé
	2 " "	inoculé
VI	1 G.T. + fertilisation 20-150-150.....	non inoculé
	2 " " "	inoculé

Chaque traitement comporte huit répétitions de un kilogramme de sol et 3 plantes par vase.

L'inoculum est fourni par la station de Microbiologie des sols-Dijon.

Au départ, les sols des pots de culture ont été humidifiés *per ascensum*, puis ils sont maintenus à 90 % de la capacité de rétention par pesée et ajustage quotidiens.

Au stade de développement début floraison quatre vases ont été sacrifiés pour déterminer les matières sèches des limbes, tiges + pétioles et des racines (extraites des sols avec une solution acqueuse saturée en Chlorure de Sodium). Les quatre autres vases sont conduits jusqu'à maturité physiologique des grains, nous avons avons procédé au dénombrement des gousses et des grains et aux pesées.

Tous ces échantillons broyés sont analysés pour leur teneur en azote.

RESULTATS

I - Production de matière sèche

A - Stade début floraison (tableau I, figure 1)

- l'inoculation n'entraine aucune augmentation de production de matière sèche des parties aériennes ou des racines, (il en est de même pour les grains et leur teneur en azote) aussi ne la considérerons-nous plus dans la suite de ce travail.

Tableau I - Matières sèches, en grammes, des Limbes : Tiges + pétioles et racines de *Vigna unguiculata* var M53 prélevé au stade début floraison (moyenne de 4 répétitions de 3 plantes)

Traitements		Organes	Limbes	Tiges Pétiole	Partie aérienne	Racines	Total
I	1 - Témoin acide	non inoculé	10.04	6.48	16.50	5.61	22.11
	2 " "	inoculé	9.47	6.08	11.55	4.60	20.24
II	1 + 20-150-150 (N.P.K.)	non inoculé	9.89	10.56	20.45	5.98	26.43
	2 + 20-150-150	inoculé	11.30	10.56	21.86	5.94	27.80
III	1 Calcium Chlorure	non inoculé	11.35	10.41	21.76	5.88	27.64
	2 " "	inoculé	11.28	10.34	22.12	5.59	27.71
IV	1 + Calcium Carbonate	non inoculé	10.26	9.34	19.60	6.63	26.23
	2 " "	inoculé	10.25	10.31	21.06	7.30	28.36
V	1 Grande Terre alcalin	non inoculé	11.80	10.15	21.95	3.37	27.82
	2 " " "	inoculé	11.80	9.69	21.49	6.30	30.01
VI	1 G.T. 20-150-150	non inoculé	10.98	12.78	23.76	7.15	30.91
	2 " " "	inoculé	10.79	12.74	23.53	7.80	31.33
ppds	5 %		1.43	1.14	2.17		
	1 %		2.01	1.59	3.05		

Les causes possibles du manque d'effet de l'inoculum pourraient :

- être un nombre insuffisant de Rhizobium méliloti restant en vie.
- résulter d'antagonismes entre l'existence de souches locales et les souches importées insuffisantes puisque nous avons observé des "contaminations accidentelles" au hasard des vases non inoculés.
- enfin s'expliquer par l'inaptitude des souches de Rhizobium melioti à réaliser la symbiose chez *Vigna unguiculata*.

Il y a peu de différences entre les matière sèches des limbes et des racines pour les divers traitements. Par contre, le Chlorure de Calcium, la chaux, la fertilisation et le sol alcalin donnent par rapport au témoin acide une différence spectaculaire au niveau des tiges + pétioles.

B - Gousses et grains (tableau II)

Les nombres et poids des gousses, d'une part, et des grains, d'autre part, augmentent avec les traitements : ils sont équivalents pour la fertilisation, Ca C12 et Ca CO_3, mais significativement supérieurs au témoin.

Tableau II - Gousses et grains de *Vigna unguiculata* var. M_{53} nombre et poids de matière sèche en gramme (stade maturité physiologique, moyenne de 4 répétitions de 3 plantes).

Traitements \ Organes		Gousses Nombre	Gousses Poids (g)	Grains Nombre	Grains Poids (g)	Poids moyen (mg)
I_1	Acide	16	14.35	103	10.25	99
II_1	+ 20-150-150	27	24.17	143	17.67	123
III_1	CaC	24	23.30	139	17.22	124
IV_1	CaCo	29	24.43	146	17.80	122
V_1	Alcalin	25	26.00	167	19.07	114
VI_1	+ 20-150-150	33	33.44	200	24.90	124
ppds	5 %				1.36	
	1 %				1.90	

Toutes conditions égales, notamment l'alimentation hydrique, pour la variété M_{53} la comparaison des traitements I et V est nettement favorable au sol alcalin sans fertilisation même par rapport au sol acide fertilisé ou chaulé (II, III et IV).

II - Azote exporté (Tableau III + Figure 2)

En ce qui concerne les teneurs en azote exprimées en g/100 g de matière sèche, il y a peu de différences importantes à noter entre les traitements.

Tableau III - Teneurs en azote et exportations de cet élément par la partie aérienne et les grains aux stades de développement début floraison et maturité des grains (moyenne de 4 répétitions de 3 plantes)

Traitements		Partie aérienne N %	Partie aérienne (mg) N (exporté)	Grains N %	Grains (mg) N (exporté)
I	Témoin acide	1.85	304	3.85	394
II	+ 20-150-150	2.50	501	4.10	724
III	+ Calcium chlorure	2.14	477	3.07	528
IV	+ Calcium Carbonate	2.29	434	3.32	591
V	Grande-Terre alcalin	2.28	483	4.16	793
VI	Grande T. + 20-150-150	2.81	640	4.15	1 033
ppds	5 %	0.32	77		92
	1 %	0.52	122		176

Par contre, l'azote exporté aux deux stades de développement considérés permet de montrer :

A - Les faibles prélèvements d'azote, avec $CaCl_2$ et $CaCo_2$ bien qu'ils soient significativement supérieurs au témoin acide.

B - Ces prélèvements sont beaucoup plus importants en présence de fertilisation azotée faible en sol acide et alcalin.

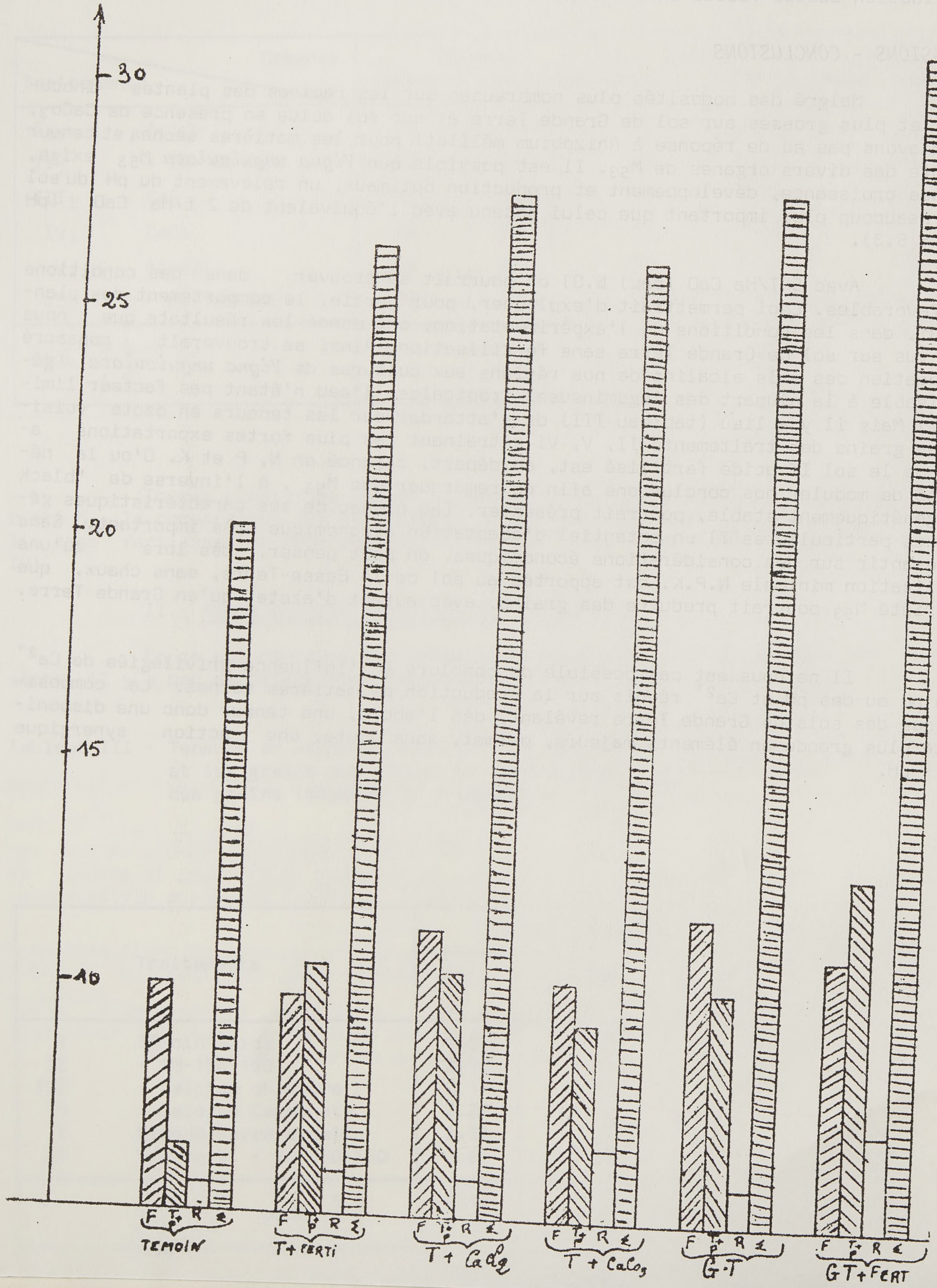
DISCUSSIONS - CONCLUSIONS

Malgré des nodosités plus nombreuses sur les racines des plantes inoculéees, et plus grosses sur sol de Grande Terre et sur sol acide en présence de $CaCo_3$, nous n'avons pas eu de réponse à Rhizobium méliloti pour les matières sèches et teneur en azote des divers organes de M_{53}. Il est possible que *Vigna unguiculata* M_{53} exige, pour ses croissance, développement et production optimaux, un relèvement du pH du sol acide beaucoup plus important que celui obtenu avec l'équivalent de 2 t/Ha CaO (pH (eau) = 5.3).

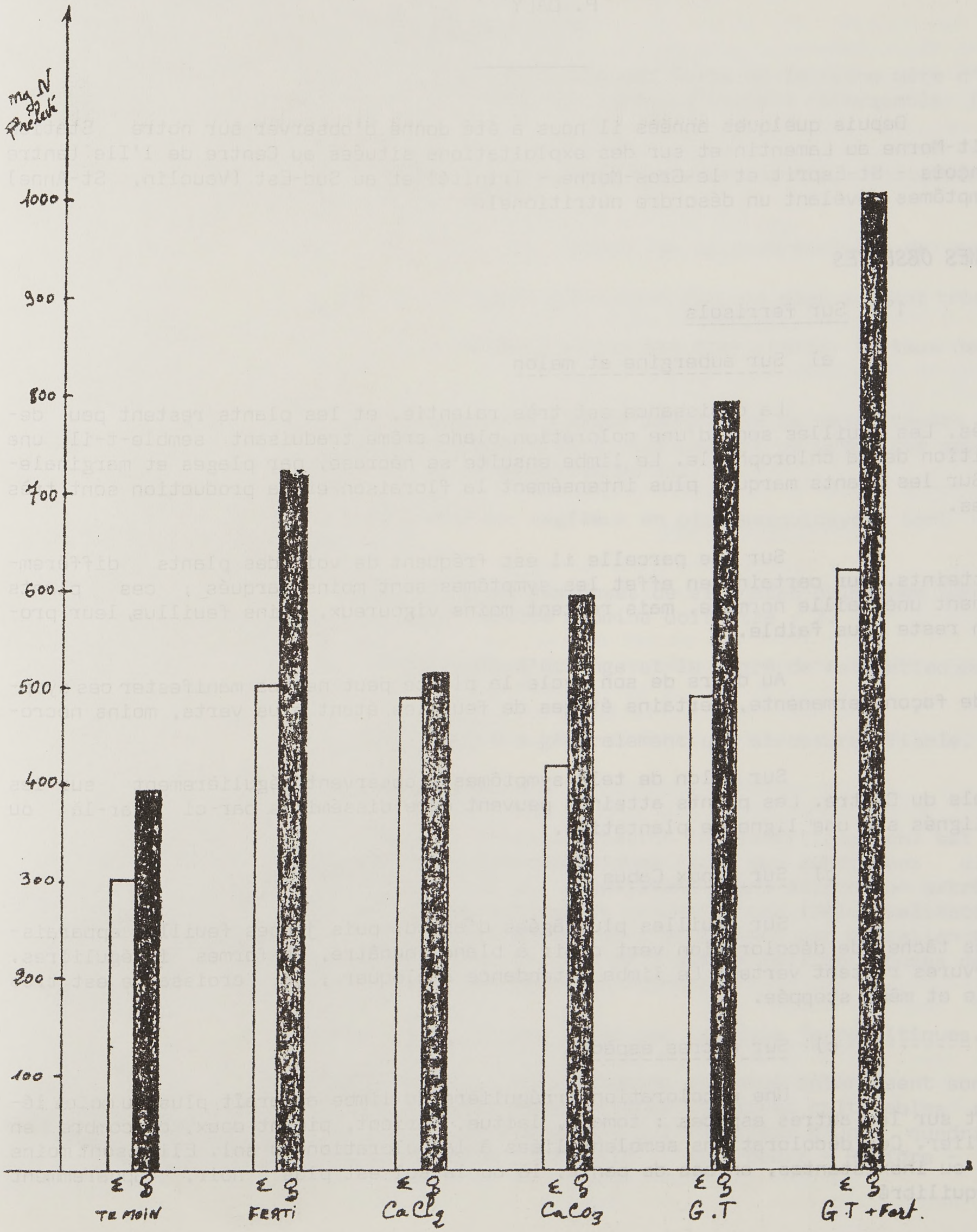
Avec 5 T/Ha CaO (eau) 6.0) on pourrait se trouver dans des conditions plus favorables. Ceci permettrait d'expliquer, pour partie, le comportement des plantes qui, dans les conditions de l'expérimentation, ont donné les résultats que nous avons vus sur sol de Grande Terre sans fertilisation. Ainsi se trouverait consacré une vocation des sols alcalins de nos régions aux cultures de *Vigna unguiculata* (généralisable à la plupart des légumineuses tropicales, l'eau n'étant pas facteur limitant ?) Mais il y a lieu (tableau III) de s'attarder sur les teneurs en azote voisines des grains des traitements II, V, VI entrainant les plus fortes exportations alors que le sol II acide fertilisé est, au départ, carencé en N, P et K. D'ou la nécessité de moduler nos conclusions afin de remarquer que M_{53} , à l'inverse de "black eye" génétiquement stable, pourrait présenter, (au niveau de ses caractéristiques génétiques particulières ?) un potentiel d'adaptation agronomique très important. Sans s'appesantir sur des considérations économiques, on peut penser, dès lors qu'une fertilisation minimale N.P.K. est apportée au sol de la Basse-Terre, sans chaux, que la variété M_{53} pourrait produire des grains, avec autant d'azote, qu'en Grande Terre.

Il ne nous est pas possible de conclure à l'influence privilégiée de Ca^{2+} ou du pH ou des pH et Ca^{2+} réunis sur la production de matières sèches. La composichimique des sols de Grande Terre révélant, dès l'abord, une teneur donc une disponibilité plus grande en éléments majeurs, permet, sans doute, une action synergique Ca^{2+} - pH.

Graphique I - Matière sèche - moyenne en grammes/3 plantes/vase
Stade début floraison



Graphique II - N prélevé (moyenne mg/4 vases)
- par la partie aérienne stade début floraison Σ
- par les grains stade maturité physiologique ♀



Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 216-227, 1977.

PREMIERES OBSERVATIONS CONCERNANT CERTAINES ANOMALIES DE DEVELOPPEMENT DE QUELQUES ESPECES LEGUMIERES SUR FERRISOLS DU CENTRE ET SUR VERTISOLS DU SUD DE LA MARTINIQUE

P. DALY(°)

Depuis quelques années il nous a été donné d'observer sur notre Station du Petit-Morne au Lamentin et sur des exploitations situées au Centre de l'Ile (entre le François - St-Esprit et le Gros-Morne - Trinité) et au Sud-Est (Vauclin, St-Anne) des symptômes révélant un désordre nutritionel.

SYMPTOMES OBSERVES

1°/ Sur ferrisols

a) Sur aubergine et melon

La croissance est très ralentie, et les plants restent peu developpés. Les feuilles sont d'une coloration blanc crême traduisant semble-t-il une disparition de la chlorophylle. Le limbe ensuite se nécrose, par plages et marginalement. Sur les plants marqués plus intensément la floraison et la production sont très réduites.

Sur une parcelle il est fréquent de voir des plants différemment atteints. Sur certains en effet les symptômes sont moins marqués ; ces plants atteignent une taille normale, mais restent moins vigoureux, moins feuillus, leur production reste plus faible.

Au cours de son cycle la plante peut ne pas manifester ces symptômes de façon permanente, certains étages de feuilles étant plus verts, moins nécrosés.

Sur melon de tels symptômes s'observent régulièrement sur les ferrisols du Centre. Les plants atteints peuvent être disséminés par-ci par-là ou être alignés sur une ligne de plantation.

b) Sur choux Cabus

Sur feuilles plus âgées d'abord, puis jeunes feuilles apparaissent des tâches de décoloration vert clair à blanc jaunâtre, de formes irrégulières. Les nervures restent vertes. Le limbe a tendance à cloquer ; la croissance est très ralentie et même stoppée.

c) Sur autres espèces

Une décoloration irrégulière du limbe apparaît plus ou moins légèrement sur les autres espèces : tomate, laitue, haricot, piment doux, concombre en particulier. Ces décolorations semblent liées à la coloration du sol. Elles sont moins nettes, ou inexistantes, en bas de pente, là ou le sol est plus noir, apparemment mieux équilibré.

(°) I.R.A.T. Martinique - B.P. 127 - FORT DE FRANCE 97204

2°/ Sur vertisols

Les symptômes décrits précédemment se retrouvent sur vertisols magnésiens, en ce qui concerne le melon, et le haricot. Nous n'avons rien remarqué en ce qui concerne les autres espèces.

CARACTERISTIQUES DES SOLS DE CES ZONES

1°/ Sols ferrallitiques du Centre

Dans cette zone la pluviométrie est forte et la roche mère d'origine volcanique, acide. Leur couleur brun rouge est particulièrement remarquable (surtout à l'horizon B).

Cette zone du centre a une topographie accidentée, constituée de petites collines arrondies, (appelées mornes).

a) Aubert et Ségalen ont décrit les caractéristiques de ces sols.

Ils sont à profils A (B) C ou A.B.C. le plus souvent très épais.

La vitesse de minéralisation est très grande, le taux de matière organique est donc faible.

On constate une accumulation importante de sesquioxydes de Fe, Mn, Al, essentiellement dans les horizons A et B, qui peuvent se présenter sous forme de concrétions, et sont cause de la couleur vive du sol.

- les minéraux argileux en plus sesquioxydes sont constitutés essentiellement de Kalinite.

- la silice et les bases de silicates primaires sont éliminées presque totalement. Le rapport silice alumine doit être < 2.

- la capacité d'échange et le degré de saturation sont très faibles (surtout en B).

- l'horizon B a généralement une structure friable.

b) Mode de formation

Le processus de ferrallitisation (ou latéritisation) est constitué par un ensemble de phénomènes physicochimiques (sous des conditions climatiques précises : pluviométrie très forte) qui aboutissent à une altération extrêmement poussée de la roche mère du sol. Cette altération conduit à une individualisation de tous les éléments dont certains se maintiennent ou s'accumulent par migration dans les horizons de surface (sesquioxydes de Fe, Mn, Al) et d'autres (silices, bases de silicates primaires) sont totalement ou partiellement éliminés.

c) Problèmes agronomiques posés par les sols ferrallitiques.

Les sols ferrallitiques friables qui nous intéressent sont relativement importants en Martinique. Ils caractérisent des zones cultivables relativement arrosées du Centre de l'Ile. Ils s'étendent à l'intérieur d'un quadrilatère dont les limites extrêmes sont Ste-Marie - Lamentin - Petit-Bourg - Rivière - Pilote François.

Ce sont des sols très argileux (50 à 60 %), très acides (ph 4 à 5,6) qui s'effritent en fins agrégats à face angulaire sur le profil. Cette structure très friable rend le travail du sol aisé.

La matière organique est plutôt faible (1,5 à 4,0 %). Le phosphore est en général faible à très faible sauf sur quelques plantations bananières fortement amendées.

Pour les cations échangeables, le potasium, en jachère ou en culture non poussée, est à des teneurs de l'ordre de 0,2 à 0,3 mép/100 g : dans les parcelles où la fumure est élevée le niveau peut atteindre ou dépasser momentanément 3 mép/100 g. Le calcium est moyen à élevé avec 5 à 15 mép/100 g. Le magnésium est le plus souvent en teneurs élevées avec 2 à 12 mép/100 g.

La capacité d'échange varie de 20 à 40 mép/100 g, avec quelques niveaux plus faibles.

Le coéfficient de saturation est variable avec cependant une majorité auteur de 50 p/100.

Sur pente, et principalement sur le haut des "mornes" la faible capacité d'échange et le taux de saturation réduit, ne valorisent pas immédiatement les apports de phosphore et de potassium, et entraînent la perte d'une partie de ces éléments par lessivage.

2°/ Vertisols (d'après J. DE CRECY 1969-1)

Il s'agit de sols issus de tufs marins volcaniques (cendres volcaniques déposées en mer et exondées) ; les tufs renferment des niveaux calcaires.

Caractéristiques

Le vertisol contient au moins 35 % d'argile gonflante, essentiellement de la Montmorillonite.

Ce n'est pas un sol évolué, son profil est de type A/C ou A (B) C, l'horizon A étant toujours magnésien et de couleur presque noire.

Ce sont les proriétés minéralogiques des argiles smectiques qui confèrent aux vertisols leurs propriétés particulières.

Une capacité d'échange ionique très élevée (100 meq pour 100 g d'argile), due à l'espacement des feuillets constitutifs de la montmorillonite.

L'acidité est faible avec un ph fréquemment voisin de 6,0. Après quelques mois de culture le ph peut descendre jusqu'à 4,5 - 4. La matière organique varie de 1,50 à 3,50 p/cent.

Les teneurs en phosphore sont très variables, relativement élevées dans les plaines cultivées du Simon et du Vauclin (0,10 à 0,50 p/mille) diminuant rapidement sur les mornes.

Pour les cations échangeables, le potassium est de 0,2 mé p/100 g en jachère et s'élève jusqu'à 2 mé p/100 en culture intensive. Les teneurs en calcium vont de 10 à 30 mé p/100 g. Le magnésium a des teneurs variables, mais très élevées, le plus souvent dépassent 12 mé p/100 g.

Le coéfficient de saturation est très variable en général élevé (40 à 100 p/cent) ; les plus forts pourcentages se rencontrent en basse altitude.

Les problèmes essentiels sont liés au comportement vis à vis de l'eau de ces sols. Dans le cas d'excès au dessus de la capacité au champ, la porosité à l'air devient nulle et le sol se transforme en pâte où se produit inévitablement une asphyxie racinaire.

ETUDE DES PLANTS ET DES SOLS CORRESPONDANTS

1°/ Parcelle Trianon au François (aubergine)

La parcelle sur laquelle ont été effectuées les observations ci-dessous est située sur la commune du François. Il s'agit d'une pente de colline du sol hétérogène. La coloration varie du rouge brun au rouge clair à jaune orangé. Les plants d'aubergine présentaient un aspect variable. Certains avaient apparemment un aspect normal, d'autres présentaient plus ou moins intensément les décolorations du feuillage, et un ralentissement de la croissance.

Nous avons distribué les plants en huit classes, selon l'intensité des décolorations du feuillage, et noté l'aspect du sol correspondant :

a) plants très peu développés - décoloration très forte du feuillage - plants non productifs - sol rouge - haut de colline.

b) plants peu développés - décoloration assez forte du feuillage - plants peu productifs - sol brun rouge avec cailloutis - haut de colline.

c) plants moyennant développés, décoloration intermédiaire du limbe - plants portant des fruits - sol brun situé à mi-pente.

d) idem à 3

e) idem à 4

f) idem à 3, mais plants traités au molybdate d'ammonium (20 grammes pour 400 litres).

g) plants normalement développés - coloration vert clair du feuillage - plants productifs - sol brun foncé situé en bas de ponte.

h) idem à 7, mais sol brun foncé situé sur un plateau.

i) plants normalement développés - coloration vert franc du feuillage - plants productifs - sol brun foncé situé sur un plateau.

2°/ Parcelle Petit-Morne (aubergine)

Il n'y a que deux échantillons - plants sains (sans symptômes) et plants avec des symptômes relativement légers de décoloration du limbe des feuilles accompagnée de nécroses marginales.

3°/ Parcelle Victoire (aubergine)

Il n'y a là aussi que deux échantillons - plants sains (sans symptômes) et plants avec des symptômes plus marqués que dans le cas précédent. La décolo- et les nécroses du limbe du feuillage s'accompagnent d'une moindre croissance et d'une faible productivité.

Les résultats d'analyse sont donnés dans les tableaux I. (sols) et II (feuillage).

Tableau I

	Trianon									Petit Morne		Victoire	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Plants sains	Plants malades	Pl. mal.	Pl. mal.
Ph eau	4,2	4,3	4,1	4,1	4,4	4,0	4,6	4,8	4,8	5,7	5,0	5,7	4,4
P_2O_5 mg pour 100 gr.	7,2	4,6	24,6	19,4	11,0	12,2	53,2	39,2	42,2				

La richesse du sol en cations n'était pas liée à l'intensité des décolorations des plants. Cette richesse est à titre indicatif :

K^{+} : 2,5 à 3,5 meq %
Na^{++} : 0,15 à 0,35 meq %
Ca^{++} : 3,0 à 9,0 meq %
mg^{++} : 1,50 à 4,0 meq %

Tableau II

	Cendres	Fe	Mn	Al	Mo
1	17,8	525	930	675	0,04
2	17,6	460	1420	625	0,02
3	17,1	325	325	400	0,04
4	16,7	205	405	250	0,02
5	15,3	220	615	165	0,02
6	12,8	105	185	135	0,17
7	13,9	120	195	25	0,06
8	12,7	105	225	25	0,08
9	14,1	175	380	25	0,10
Petit-Morne					
Plants sains		305	170	192	0,5
Plants malades		630	290	488	0,5
Victoire					
Plants sains		590	90	400	0,5
Plants malades		1950	340	1500	0,5

. plants traités au molybdate d'ammonium.
Note : les résultats concernant les éléments mineurs sont exprimés en P.P.M., ceux concernant les cendres, en % de matière sèche à 70 º C.

Le niveau des éléments majeurs dans les feuilles était :

K : 3,50 à 5,00
Na : 0,018 à 0,082
Ca : 0,200 à 2,40
Mg : 0,500 à 0,200
P : 0,300 à 0,500
N : 4 à 5,50

Mesures effectuées en % de matière séchée à 70 º C

Les sols de ces parcelles emblavées depuis des années en bananes, sont relativement riches en éléments majeurs : P_2O_5, Ca^{++} et Mg^{++}.

Par contre il semble y avoir une liaison entre l'apparition et l'intensité des symptômes et la valeur du ph (eau). Les plants ne manifestent pas de symptômes quand la valeur du ph se maintient au dessus de 5. Au dessous il y a quelques symptômes, très marqués en dessous de 4,5.

Nous trouvons dans les plantes malades une accumulation de certains oligo-éléments, en particulier l'Al (2,5 à 2,7 fois plus), le Mn (3,7 à 7,3 fois plus), et le Fe (2 à 5 fois plus).

Il est à noter que certains échantillons de plants sans symptômes ont des niveaux de ces éléments à peu près équivalents à ceux d'échantillons de plants à symptômes très marqués.

Les quantités de Mo sont infirmes et il est difficile d'établir une relation entre le niveau de Mo dans les feuilles et la présence des symptômes.

4°/ Parcelles en melon

Les symptômes sont ceux décrits précédemment. Nous n'avons en comparaison que deux types d'échantillons. Ceux correspondants à des plants normaux et ceux correspondants à des plants anormaux.

Les résultats d'analyses sont consignés dans les tableaux III (sols) et IV (feuilles).

Tableau III

	K^+	Na^{++}	Ca^{++}	Mg^{++}	Ph eau	P_2O_5	Mn	Fe	Al
Vauclin									
plants sains	3,55	0,84	25,68	12,67	5,8	57,00			
plants malades	3,55	1,01	27,22	14,58	5,2	37,60			
Sainte-Anne									
plants sains a	1,51	1,08	13,40	10,45	5,10		2,29	166	154
b	2,40	1,14	16,65	10,65	6,10		1,80	164	160
plants malades c	2,10	0,94	12,40	10,00	4,55		3,21	206	160
d	2,08	0,92	13,00	10,05	4,40		3,21	158	160

Les cations sont donnés en méq %
Les P_2O_5 est donné en Mg pour 100 grammes.
Les éléments mineurs sont exprimés en p.p.m.

Tableau IV

		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Al	Mo
Vauclin										
plants sains		3,12	0,278	2,36	7,34	1,74	110	400	250	20,8
plants malades		3,76	0,492	3,21	6,29	1,56	170	172	1110	20,8
Sainte-Anne										
plants sains	a	4,81	0,572	3,88	5,20	1,075	305	826		13,6
	b	4,92	0,560	3,85	5,60	0,960	258	652		18,6
plants malades	c	4,72	0,428	3,56	6,00	0,945	187	300		0,10
	d	4,60	0,440	3,34	5,40	0,925	130	415		0,17

Les résultats concernant les éléments mineurs sont exprimés en p.p.m. Ceux concernant les éléments majeurs et les cendres le son en % de matière sèche.

Les plants normaux et les plants anormaux se sont développés dans un substrat homogène pour les éléments majeurs.

Le ph (eau) est plus bas dans les sols à plants "malades" que dans les sols à plants sains. Là où les plants sont "malades le ph varie de 4,40 à 5,20. Alors qu'il vaire de 5,10 à 6,10 là où les plants sont sains. Il semble que les symptômes se manifestent à ph 5,00.

Il semble que les éléments mineurs, en particulier AL et Fe ne présentent pas de variations d'un échantillon à l'autre. Mais les analyses étant incomplètes, ces appréciations ne sont que provisoires.

Dans la plante les éléments majeurs sont en quantité relativement constante.

Il n'en est pas de même des éléments mineurs, Dans les échantillons en provenance du Vauclin il y a accumulation du Mn, Fe, AL dans les feuilles des plantes malades. C'est l'inverse dans les échantillons en provenance de Sainte-Anne (l'AL n'a malheureusement pas pu être analysé).

Le molybdène est à l'état de traces sur les échantillons du Vauclin. Par contre sur ceux en provenance de Ste-Anne les plants "malades" en contiennent cent fois moins que les plants sains.

Ces observations sont donc contradictoires.

5°/ Conclusion

En ce qui concerne l'aubergine cultivée sur ferrisols il paraît plus proble que l'on se trouve en présence d'une toxicité par certains élément mineur Al, Mn, Fe.

Par contre sur Melon cultivé sur vertisols les plus grandes différences se trouvent sur le Molybdène et non sur les autres éléments mineurs.

Le sul facteur qui varie dans le même sens est le ph du sol : toujours plus bas quand les plantes extériorisent une alimentation anormale. La limite semble se situer vers ph eau 5,0.

EXPERIMENTATION

Nous n'avons pas pu conduire d'expérimentation sur un sol à ph eau < 5 car ceux de notre point d'essais sont à 5 - 5,5.

1°/ Premier essai de correction du sol

A ph 5 nous avons essayé trois traitements :

- calcaire magnésien (a) à 3 tonnes à l'hectare soit 960 kilos de CaO.
- hyperphosphate Reno (b) à 1 tonne à l'hectare soit 500 kilos de CaO et 280 kilos de P_2O_5.
- pulvérisations foliaires (c) de molybdate d'ammonium - 50 grammes par hectare, par application - 450 grammes au cours de la culture.
- témoin (d).

Les apports de calcaire et d'hyperphosphate ont été effectués peu de temps avant la plantation. Seul l'apport de calcaire a agi sur le ph du sol : quatre mois après l'apport le ph eau était à 7,2 alors que pour les autres traitements il était de 5,0 (voir tableau V).

Visuellement aucun symptôme marquant n'a été observé sur le feuillage, si ce n'est quelques jeunes feuilles à peine plus jaunes sur les parcelles témoins.

Tableau V

Traitements	a	b	c	d
Septembre 1974 (avant mise amendement)	5,1	5,6	5,1	5,1
Fin de culture 13-03-1975	7,2	5,2	5,2	4,9
CV = 4,1 %	p.p.d.s. 5 % = 0,36			

Les composantes de la productivité (poids moyen d'un fruit) nombre de fruits) par pied ont été analysés, et consignés dans le tableau VI (pour la variété Madinina).

Tableau VI

Traitements	a	b	c	d
Nombre de fruits +	15,2	22,7	18,9	17,7
Poids moyen .	379	395	381	389
+ CV = 11,8 . CV = 6,5				

Poids moyen des fruits : Il n'y pas de différence significative entre traitements. Ni les apports de calcaire ou P_2O_5, ni les pulvérisations de molybdate d'ammonium n'ont eu d'effet favorable sur le poids moyen des fruits.

Nombre de fruits par plante : Il n'y a pas une différence significative entre traitements. Les plants cultivés sur les parcelles ayant bénéficié des apports d'hyperphosphate portent plus de fruits que les plants élevés sur les autres parcelles. La différence est significative.

Les apports de molybdate d'ammonium et de calcaire magnésien n'ont pas eu d'effet bénéfique.

Ce supplément de production sur les parcelles amendées en hyperphosphate est sans doute dû à la quantité de P_2O_5 apportée en plus ; 280 unités/hectare pour 160 sur les autres parcelles.

La richesse du sol en cet élément est en fin de récolte variable selon les traitements (tableau VII).

Tableau VII

Traitement	a	b	c	d
13 - 03 - 75	2,40	9,75	1,25	1,12

Les principaux cations échangeables étaient à des niveaux corrects et le sol relativement homogène.

K^+ en mé % g de 0,7 à 1,2
Ca^{++} " " de 7,5 à 12,8
Mg^{++} " " de 2,8 à 6,2

2°/ Deuxième essai de correction du sol

Nous avons reproduit l'essai au même emplacement que précemment avec la variété Kalenda, en apportant quelques modifications :

- l'apport en CaO a été réalisé sous forme de calcaire magnésien (a) et d'hyperphosphate Reno (b). Dans chaque cas 500 unités à l'hectare de CaO étaient apportées.

- 50 tonnes de fumier décomposé (fumier de parc) ont été apportées. Traitement - (c)

- témoin (d)

Les quantités de Mgo (300 unités/ha) apportées par les traitements en (a) et (b) ont été équilibrées par les apports de sulfate de magnésie en (c-d).

Le P_2O_5 apporté à 300 unités/ha par le traitement (b) a été apporté en (quantité équivalente sous forme de supertriple en a-c-d).

Il n'y a pas eu une grande modification sur le ph du sol (tableau IX) par l'apport de 1T 500 à l'hectare de Magnédol.

Tableau IX

Traitement	a	b	c	d
21 - 01 - 76	5,4	5,2	4,9	5,2
24 - 06 - 76	5,3	5,0	4,7	5,1

La variation de richesse en Ca^{++} est indiquée en X et celle en P_2O_5 en XI.

Tableau X

Traitements	a	b	c	d
21 - 01	8,6	8,5	8,0	8,2
24 - 06	7,4	7,1	6,5	7,2

Ca^{++} mesuré en meq %.

Il n'y a pas de différence significative entre les traitements. Avant l'apport le sol était homogène ; cinq mois plus tard cette homogénéité a été conservée chaque traitement ayant perdu 15 % de Ca^{++}.

Tableau XI

Traitements	a	b	c	d
21 - 01 - 76	1,00	1,00	1,2	1,00
24 - 06 - 76	2,9	6,00	3,0	3,6

P_2O_5 assimilable (par Truog) en mg % g.

Ce sol était très pauvre en P_2O_5 avant les apports. Il s'est enrichi sur l'ensemble des traitements, mais particulièrement sur les parcelles 2 (apports d'hyperphosphate). Entre le 13-03-75 et le 21-01-76 le niveau de P_2O_5 des parcelles est retombé de 10 à 1 mg %.

Les plants d'aubergine ont été mis en place peu de jours après l'apport du calcaire et d'yperphosphate. Il n'y a pas eu tout au long de la culture de symptômes particuliers sur les feuilles.

Les rendements ont été mesurés par pesées des récoltes pendant les trois premiers mois (tableau XII).

Tableau XII

Traitement	a	b	c	d
Tonnes à l'hectare	67,3	78,6	69,9	78,9
pour un peuplement de 8750 plants à l'hectare				

Il n'y a pas eu d'analyse statistique, seules deux répétitions ont été observées valablement, les dégâts par *Pseudomonas solanacearum* et *Fusarium solani* ayant été importants. On peut toutefois noter que les rendements n'ont pas été inférieurs sur les parcelles témoins que sur les parcelles traitées.

Il est intéressant de noter, que malgré un niveau de P_2O_5 relativement bas, les rendements en 3 mois de récoltes, ont été élevés pour ce type de sol, aussi élevés d'ailleurs que pour le premier essai (75 tonnes hectare en moyenne pour 8 500 plants).

3°/ Etude des apports de molybdène

Sur une parcelle proche de richesse équivalente en cations, P_2O_5, et de ph semblables, cultivée en Madinina, nous avons conduit une expérimentation sur deux quantités de molybdate d'ammonium.

f 227 grammes à l'hectare en une pulvérisation en début de culture ;
g 520 grammes à l'hectare en huit pulvérisations
m témoin

Le ph eau était à 5,1 - Aucun symptôme visible n'a été signalé sur les plantes.

Les résultats sont indiqués dans le tableau XIII.

Tableau XIII

	f	g	h
Nbre de fruits/plants	16,0	17,8	17,7
Poids moyen des fruits en grammes	401	403	407
CV = 10 % - Il n'y a pas eu de différence significative entre les traitements			

CONCLUSION

En ce qui concerne l'aubergine, le melon, les décolorations et nécroses du limbe accompagnées d'une vigueur et d'une production moindres sont liées à une forte acidité du sol (Ph eau < 5).

Les analyses des échantillons observés montrent une accumulation du Fe, Mn, Al dans les plants d'aubergines "malades". Cette accumulation est moins nette sur les échantillons de melon observés. Dans certains cas sur melon c'est le Mo qui se se trouve en bien moindre quantité dans les plants "malades (cent fois moins).

Sur sol à ph eau égal à 5 les apports en CaO (1 tonne/ha), fumier (50 tonnes) n'ont été d'aucun effet sur les rendements. Les apports de P_2O_5 sont bénéfiques quand le niveau de cet élément dans le sol est très bas (1 mg % g).

Les observations doivent être poursuivies sur le melon et les essais d'amélioration du sol ferrallitique entreprises là ou le ph eau est inférieur à 5.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 228-238, 1977.

INFORMATIONS CONCERNANT L'ALIMENTATION MINERALE DE L'AUBERGINE EN MARTINIQUE

P. DALY (°)

INTRODUCTION

L'alimentation de l'aubergine aux Antilles a été peu étudiée jusqu'à présent ; certains travaux de l'I.N.R.A. ne sont pas encore publiés ; d'autres, sous forme de mémoire donnent d'intéressantes informations. L'I.R.A.T. pour sa part apporte quelques éléments, à la suite d'essais effectués en plein champ en Martinique.

La culture de l'aubergine, qui a débuté sur les sols sur ponces et cendres du Nord (Est et Ouest) est descendue ces dernières années vers le centre. Actuellement les plantations se stabilisent dans le centre, sur certaines plaines alluviadu Sud Est et sur la côte Nord caraïbe.

Les résultats obtenus dans une zone ne doivent être extrapolés qu'avec précaution car les sols sont très différents d'une zone à l'autre :

Nord Caraïbe : sols sur ponces et cendres volcaniques
Centre : sols ferrallitiques
Sud : vertisols

ACIDITE DU SOL ET ALIMENTATION EN CALCIUM

1°/ La littérature cite l'aubergine comme une plante exigeante en calcium, moins en magnésie. L'équilibre serait, selon les essais de l'I.N.R.A. et de l'I.N.V.U.F.L.E.C. de :

0,25 en MgO 1,55 en CaO pour 3,15 N, 0,33 P_2O_5 3,15 k_2O

Dans les sols sur ponce volcanique carencés en Ca et Mg l'apport de calcaire magnésien est conseillé.

Les terres du centre, acides sont en général riches en Ca^{++} et Mg^{++}. Le Ca^{++} est aux alentours de meg % grammes dans les parties basses.

En dix ans de culture ininterrompue la richesse du sol en Ca^{++} est "tombée" de 25 à 15 meg %, celle de magnésie de 25 à 5 meg %. Dans le même temps le ph (eau) n'a baissé en moyenne que d'un demi point.

2°/ Sur sols ferrallitiques. Les apports de CaO se sont traduits par les les niveaux suivants dans le sol notés dans le tableau I.

(°) I.R.A.T. Martinique - B.P. 127 - FORT DE FRANCE 97204

Tableau I

Dates	Apports CaO				Sans apport			
	500 unités hectare				Ca^{++}		Ph	
	Ca^{++}		Ph					
21 - 01	8,55	8,45	5,4	5,2	7,97	8,17	4,9	5,2
24 - 06	7,44	7,11	5,3	5,0	6,50	7,18	4,8	5,1
Pertes	13 %	15,9 %			18,5 %	12,1		
	Unités Hectare							
	1000	500	1000	500				
	Ca^{++}		Ph		Ca^{++}		Ph	
07 - 11			5,1	5,6			5,1	5,1
13 - 03	14,8	9,4	7,2	5,2	8,3	7,5	5,2	4,9
11 - 02	500 unités hectare							
08 - 03	14,2	15,3	5,6	5,6	14,0	14,1	5,3	5,3
16 - 06	14,2	14,4	5,3	5,2	14,1	14,1	5,0	4,9
16 - 06	13,2	13,4	4,9	5,1	12,8	13,8	4,0	5,1
pertes	7 %	12 %			8,5 %	2 %		

Les apports de 500 unités de CaO ne provoquent en cinq mois que peu de modifications du ph du sol et du niveau de Ca^{++}. Les apports de 1000 unités entraînent une modification plus sensible.

Les apports de 500 et 1000 unités de CaO n'ont pas eu d'influence sur le rendement.

Tableau II

	Parcelles chaulées 500 unités CaO		Parcelles non chaulées	
1975	67-78 TO hectare en 3 mois		70-78 tonnes hectare en 3 mois	
1976	31 " " en 1 mois et demi		30 " " en 1 mois et demi	
+	parcelles chaulées 1000 unités			
1974	nombre de fruits par plante/3 mois	poids moyen d'un fruit	nombre de fruits par plante/3 mois	Poids moyen d'un fruit
.	19,6	35,6	20,7 - 20,5	35,4 - 36,5

+ Pas de différence significative CV 11,7 %
. Pas de différence significative pour analyse sur nombre de fruits CV 11,8 %
Pas de différence significative sur poids moyen d'1 fruit CV 6,5 %

Ces apports de 500 et 1 000 unités CaO par hectare n'ont pas eu d'influence sur le flétrissement des plantes +

Variétés	Apport 1000 uni. CaO		Apport 500 unités		pas d'apport	
	Kalenda	Madinina	Kalenda	Madinina	Kalenda	Madinina
Pourcentage de plantes flétries	13,9	2,8	11,2	0,0	8,4	1,4

Pas de différence significative entre traitements. Par contre à signaler une différence significative entre variétés. Pas d'intéraction traitement variété.

Dans notre essai les plantes ont pu être déjà contaminées en pépinière et extérioriser l'attaque en cours de culture.

Conclusion.- Dans les sols ferrallitiques, quand le niveau de Ca^{++} est compris entre 7 et 15 meq % (cas de nos essais) et quand le Ph eau est au dessus de 5 il ne semble pas qu'un apport de CaO de 500 à 1000 unités ait un effet direct sur la culture suivant l'apport.

Mais il faut signaler qu'il existe un seuil critique concernant le ph (risques de toxicité si le ph eau se situe au dessous de 5) et qu'il y a perte de Ca^{++} au cours de chaque culture d'une année sur l'autre.

Aussi dans certains cas les apports de calcaire ou de chaux seront nécessaires. Des recommandations ne pourront être fournies qu'après étude du bilan sur plusieur années (travaux de la station d'Agronomie du C.R.A.A.G.).

ALIMENTATION EN POTASSE

1°/ Sur sols jeunes sur ponces et cendres volcaniques riches en potasse (0,65 meq grammes de terre sèche), il n'y a pas eu de réponse des rendements aux doses croissantes : 0 - 312, 5 - 625 unités fertilisantes.

La production moyenne avait été de 140 tonnes hectare en 5 mois de récolte pour une densité de 15 000 plantes à l'hectare d'une variété hybride.

2°/ Sur sol ferrallitique de la zone du Lamentin il n'y a pas eu de réponse aux doses croissantes de potasse 0 - 250 - 500 unités fertilisantes, bien que la richesse du sol ait été faible : 0,20 meq % grammes.

Coéfficient de variation de 15 %. L'effet de la potasse a t-il été masqué par un facteur limitant ? En effet, les rendements en trois mois de récolte ont été faibles : 20 tonnes/hectare. Les plantes ont souffert d'un mauvais drainage donc d'un excès d'eau et d'une asphyxie des racines. Elles n'ont pas pu extérioriser leur potentiel de productivité.

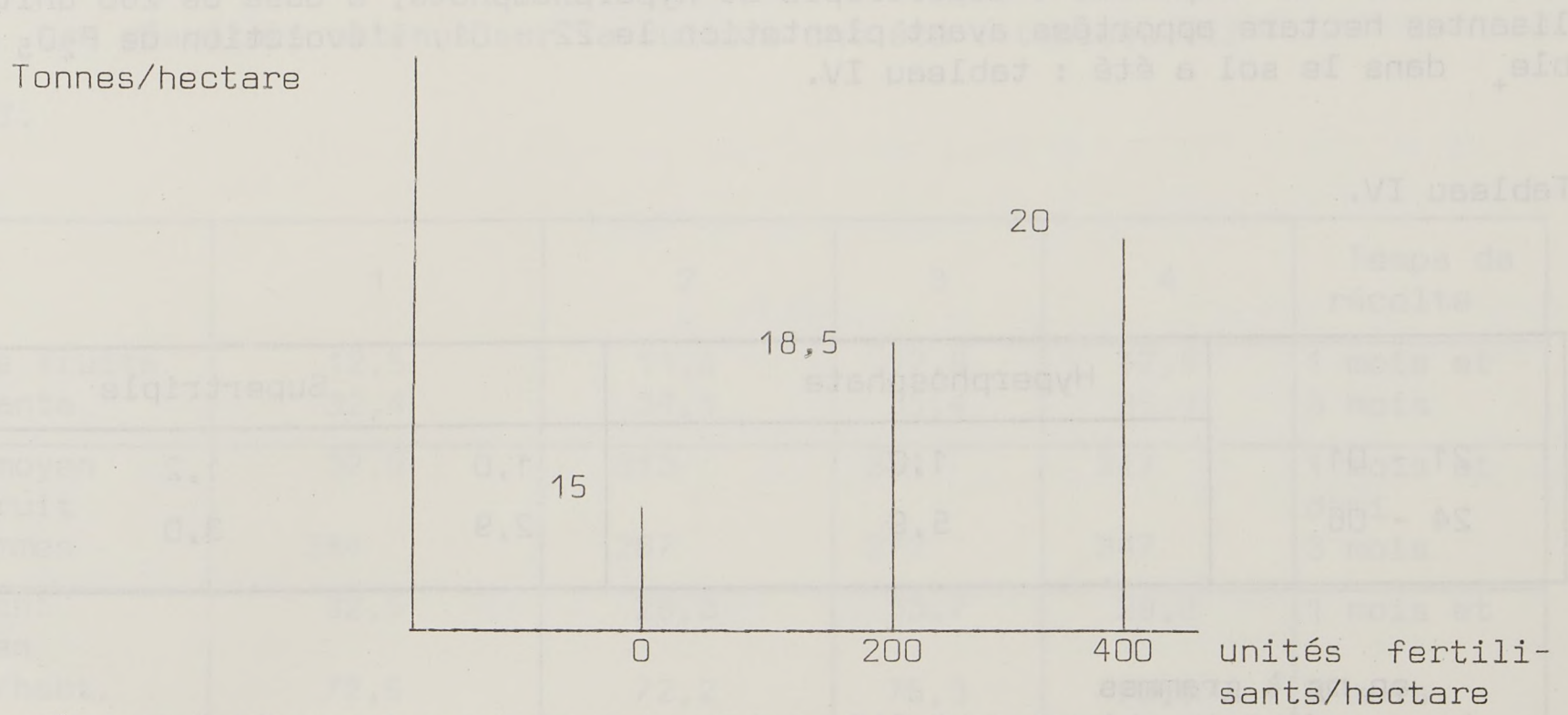
Mais dans le même essai il y a eu réponse à l'azote et à l'acide phosphorique. (4-2) et (5-2).

ALIMENTATION EN ACIDE PHOSPHORIQUE

1°/ Sur sol volcanique jeune sur cendres et ponces relativement riche en P_2O_5 (0,30 P mille) il y avait eu absence de réponse des rendements aux doses croissantes d'acide phosphorique (0 - 250 - 500) apporté sous forme de phosphate bicalcique. Il ne semble pas qu'il y ait eu de facteur limitant puisque les rendements étaient élevés : 40 tonnes hectare.

2°/ Par contre les réponses à l'acide phosphorique dans les terres ferrallitiques de la plaine du Lamentin ont été variables.

Nous avons obtenu une réponse linéaire et positive avec une variété hybride sur un sol de richesse faible en P_2O_5 assimilable (sol remodelé).



réponse à l'apport croissant de phosphate bicalcique.

3°/ Sur une parcelle de pente, au sol légèrement dégradé, d'une richesse de P_2O_5 faible (1,0 mg % gramme de P_2O_5 assimilable Truog), nous avons obtenu une réponse positive à un apport d'acide phosphorique sous forme d'hyperphosphate (tableau III).

Tableau III

	Hyperphosphate 280 unités fertilisants	Supertriple 120 unités fertilisants
Poids par plante +	9 400 grammes	7 000 grammes
Nombre de fruits par plante !	25	20,5
poids moyen d'1 fruit 0	373 grammes	360 grammes

- Résultats obtenus en trois mois
+ coefficient de variation 15 % différence significative
! coéfficient de variation 11,8 % différence significative
0 coéfficient de variation 6,5 % pas de différence significative

La différence de rendement est-elle obtenue à cause de la quantité de P_2O_5 ou de la forme apportée ?

4°/ Sur la même parcelle cultivée l'année suivante en aubergine les deux formes ont été comparées : supertriple et hyperphosphate, à dose de 280 unités fertilisantes hectare apportées avant plantation le 22 - 01, l'évolution de P_2O_5 assimilable + dans le sol a été : tableau IV.

Tableau IV.

	Hyperphosphate	Supertriple		
21 - 01	1,0	1,0	1,2	1,0
24 - 06	5,9	2,9	3,0	3,6

en mg % grammes

Les rendements obtenus ont été en tonnes à l'hectare : tableau V

Tableau V

	Hyperphosphate :	Supertriple		
en 1 mois	20,4	18,9	18,6	24,5
en 3 mois	78,6	67,3	68,9	78,3

Sur piment doux nous avons obtenu une différence significative en faveur de l'hyperphosphate au cours de la première partie de la récolte. Cette différence est faible : de l'ordre de 9 % . Mais au cours de la deuxième partie et au cours de la récolte totale, (établie sur trois mois) nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence significative, la précision de l'essai étant très médiocre.

5°/ Sur une parcelle plus riche en P_2O_5 assimilable (environ 6 - 7 mg % gramme) nous avons comparé 4 doses de P_2O_5 apporté sous forme de supertriple.

Les mesures de l'évolution du P_2O_5 (assimilable - Truog) ont donné, pour un apport au 04-03 : tableau VI.

Tableau VI

Apport	0	150UF/ha	300UF/ha	450 UF/ha
08 - 03	6,2	8,8	9,9	11,5
29 - 04	6,3	7,5	9,4	13,0
16 - 06	6,3	7,3	9,3	9,2

Les résultats obtenus sur la culture ont été : tableau VII

Tableau VII.

	1	2	3	4	Temps de récolte
Nbre de fruits par plante	12,5 32,4	11,8 34,1	12,9 35,4	12,5 35,9	1 mois et 3 mois
Poids moyen d'un fruit en grammes	32,9 284	313 267	331 272	317 247	1 mois et demi 3 mois
Rendement total en tonnes/hect.	32,5 72,6	29,3 72,2	33,7 76,3	29,9 70,6	1 mois et 3 mois

L'analyse statistique a été effectué sur le nombre de fruits par plante.

Il n'y a pas eu de différence significative, mais la précision de l'essai est médiocre : coéfficient de variation de 20 %.

Il semble donc, selon les informations fournies par ces essais, qu'il y ait une réponse à l'apport de P_2O_5 quand le sol a une richesse de l'ordre de 1 mg % gramme.

Entre 3 et 17 mg % gramme il n'y a pas eu de corrélation entre la richesse et le rendement (coéfficient de corrélation = 0,126).

ALIMENTATION EN AZOTE

Les essais sur cet élément ont été les plus nombreux. Ils ont porté sur les doses, les fréquences, sur le type d'engrais et sur le mode d'épandage.

1°/ Sur sols de ponces volcaniques

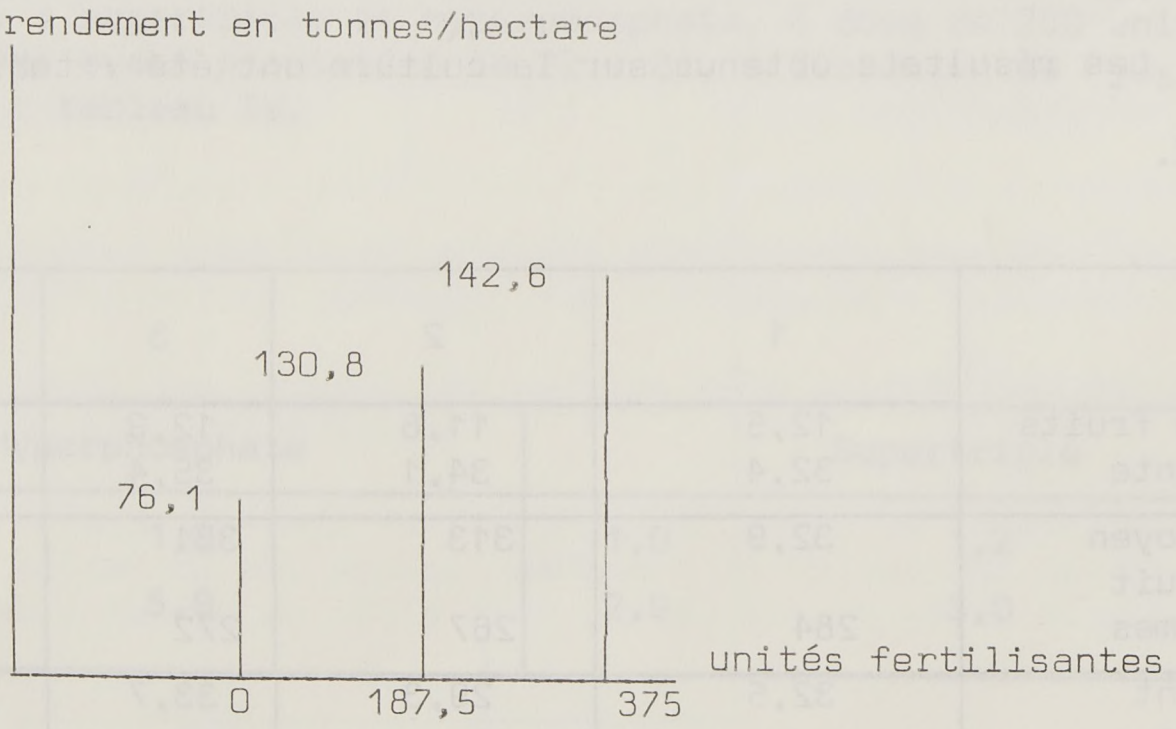
a) Pour un sol dont le niveau de NO_3 (donné en mg de N) a varié entre 1 et 2 mg % pendant la première partie du cycle et pendant les deux premiers mois de récolte, la réponse à l'apport d'azote sous forme d'ammonitrate a été positive.

Les doses ont été 187,5 et 375 unités fertilisantes à l'hectare, comparées à un témoin sans apport.

L'azote n'a été répandu qu'en quatre fois : à la plantation, 40 jours après (première récolte), 70 jours après et 110 jours après.

Entre trois semaines à un mois après l'apport, la richesse du sol était retombée au niveau qui était le sien au moment de l'apport (observation effectuée sur 10 mesures).

L'action de l'azote a été statistiquement significative : les deux composantes - linéaire et quadratique de l'effet ont été significatives. La courbe de réponse des rendements aux doses croissantes d'azote présentait une pente positive, mais la courbe laissait prévoir un maximum ou une asymptôte.



L'effet du fractionnement avait sans aucun doute été bénéfique. En effet à chaque "pente" de N dans le sol correspondent une "pente" de récolte. Un délai d'un mois est inscrit entre les deux pointes correspondantes. Une dose de 45 unités N porte le niveau du sol à 5-6 mg %, un apport de 90 unités le porte à 9 - 10 mg %.

b) Sur ce type de sol les doses et fréquences ont été étudiées à la suite de ce premier essai.

Il n'y a pas eu de différence significative quand l'ammonitrate était apporté par 50 unités tous les 15 jours ou tous les mois. Il n'y a pas eu non plus de différence significative quand chaque mois l'apport était de 50 ou 1000 unités.

Dans ce cas sur un sol ayant une richesse de 1 à 2 mg %, pendant trois mois trois semaines les rendements obtenus ont varié de 74,6 à 82 tonnes à l'hectare. Les parcelles "témoin" (sans azote) ont porté 39 tonnes à l'hectare.

Le coéfficient de variation a été de 9 % ce qui confère à l'essai une bonne précision.

2°/ Sur sol ferrallitique

a) Sur sol ferrallitique remodelé il y a une réponse aux apports d'ammonitrate. Pourtant le fractionnement avait été limité à : 112,5 unités à la plantation, 37,5 une semaine avant la première récolte soit 150 unités ; 225 unités à la plantation ; 75 une semaine avant la première récolte, soit 300 unités.

Il y a une réponse linéaire : 15,8 tonnes sans apport ; 18,3 tonnes pour 150 unités, 19.8 tonnes pour 300 unités - temps de récolte : 3 mois.

Ces bas rendements ont-ils été dûs au mauvais draînage du sol et à l'asphyxie qui a suivi ou bien le non fractionnement a-t-il été un facteur limitant ?

b) Sur un sol riche, (cultivé et fumé depuis dix ans) la réponse de l'azote a été différente.

Il n'y a pas eu sulfate d'ammoniaque lorsque les apports ont varié de 190 à 375 et à 750 unités fertilisantes à l'hectare.

Ces doses ont été fractionnées en 24, 47 et 94 unités apportées tous les quinze jours.

En quatre mois de récolte les rendements ont varié de 96,5 tonnes à 102 tonnes à l'hectare. Les différences n'ont pas été significatives l'essai a été très précis puisque le coéfficient de variation a été de 7 %.

Il n'y a pas eu de différence en ce qui concerne le "grattage des fruits" (CV = 13 %). Au cours de cet essai quatre tests de conservation ont été réalisés. Sur trois de ces tests l'analyse statistique a été peu précise et n'a donc pas permis de conclure à l'effet défavorable des fortes doses. Par contre cet effet défavorable a été mis en évidence sur un test effectué trois mois et demi après la première récolte.

Les fruits récoltés sur les plantes alimentées par 47 et 94 unités bimensuelles ont perdu plus de poids que les fruits des plantes n'ayant reçu que 24 unités chaque quinzaine.

Ces pertes de poids ont été de 7 % pour celles-ci et de 11 % pour celles-là.

c) Sur les mêmes parcelles le fractionnement de l'ammonitrate a été étudié. De même que pour le sulfate de potasse il n'y a pas eu de réponse aux doses croissantes, entre 150 et 600 unités à l'hectare.

d) Comparaison urée foliaire - ammonitrate au sol

Dans un souci de simplification et d'économie deux doses d'urée ont été comparées à une dose d'ammonitrate sur le sol ferrallitique.

- 100 unités fertilisantes (ammonitrate) on fond, plus 400 unités (ammonitrate) épandues tous les 15 jours par doses de 50 unités.

- 100 unités (urée) en 20 applications foliaires.

- 225 unités (urée) en 20 applications foliaires.

En 2 mois et 3 semaines les rendements ont été :

- 53,0 tonnes/hectare
- 44,6 tonnes/hectare
- 50,7 tonnes/hectare

Au seuil de 5 % il n'y a pas eu de différence significative. La précision de l'essai est bonne : coéfficient de variation : 11 %.

Sur les parcelles 2 (2 % d'urée) la végétation était plus faible, les feuilles jaunâtres. Aucun signe de brûlure n'a été signalé. Par contre avec une dose de 3 % les plantes présentaient des brûlures du limbe des feuilles ; ce qui ne paraît pas avoir réduit leur productivité.

Les mêmes résultats avaient été obtenus sur sols volcaniques jeunes sur ponces, mais la mauvaise précision de l'essai n'avait pas permis de juger valables les conclusions.

300 unités d'azote, sous forme d'ammonitrate, par doses de 50 unités tous les quinze jours, avaient donné les mêmes résultats que 100 unités apportées sous forme d'urée en 12 pulvérisations sur le feuillage ; soit 36 tonnes en 2 mois et une semaine (36,3 et 35,7).

MODES D'APPORT DE L'AMMONITRATE

Sur vertisols quatre doses d'azote (ammonitrate) ont été comparées : 110 220 - 330 - 440. Les doses tous les 8 ou 10 jours étaient 10 - 20 - 30 - 40 unités. Ces apports ont été effectués soit au sol, soit par dissolution dans l'eau.

La différence de rendements obtenuue entre les deux modes d'apport était hautement significative. La réponse à la fumure azotée a pu être représentée par un ajustement du second degré. Il n'y a pas eu d'interaction entre les effets des doses d'azote et les modes d'apport ce qui signifie que les coéfficients de régression linéaire et quadratique étaient les mêmes quel que soit le mode d'apport.

Les maximums ont été obtenus pour les valeurs suivantes :

X = 419 unités
Rendement par apport au sol : 52,6 tonnes/hectare
Rendement par apport au sol dans l'eau d'irrigation : 65,9 t/h.

Les rendements maximum correspondaient donc à ces apports de 30-35 unités tous les 10 jours en début de récolte, près de 40 unités lorsque la végétation augmente. Enfin l'analyse montre que la dose optimale est la même quel que soit le mode d'apport. L'application de la fumure azotée en solution dans l'eau ne permet donc pas à proprement parler une économie d'engrais, mais on a par contre une meilleure efficience de l'azote, puisque le tonnage est augmenté de 13 tonnes pour 3 mois de récolte.

CONCLUSION

Les essais entrepris depuis quelques années ne permettent pas, dans l'immédiat, de donner une formule définitive concernant l'alimentation de l'aubergine aux Antilles. Les résultats obtenus en culture sous irrigation apportent quand même de bones indications sur l'approche d'un équilibre concernant les éléments majeurs.

La potasse et l'acide phosphorique ne semblent pas toujours être nécessaires, le sol étant souvent très riche derrière culture bananière. L'azote par contre est le plus souvent bénéfique. Un maximum paraît être rapidement atteint en sol riche. La fréquence des apports est nécessaire. Il semble, pour l'instant, qu'un fractionnement de 25 unités tous les quinze jours à 50 unités tous les mois soit une fourchette proche de l'optimum.

Aux Antilles la culture de l'aubergine ne s'est pas stabilisée, dans une zone donnée, ni dans un système cultural unique. Aussi l'arrière effet des fumures apportées aux cultures précédentes n'est pas pris on compte. Certains travaux de la station d'Agronomie du C.R.A.A.G. ont été orientés en ce sens en ce qui concerne les rotations maraîchères et vivrières. Mais l'aubergine n'entre pas que dans ce système cultural.

Aussi cette station a effectué sur les plantations d'aubergine de Guadeloupe un certain nombre d'enquêtes qui doivent apporter un commencement de réponse à ces questions.

Dans le but de commencer l'étude de l'application du diagnostic foliaire et afin de confirmer si possible les résultats de ces enquêtes nous avons entrepris en collaboration avec cette station un essai sur les réponses de la plante aux doses croissantes de N - P - K - englobant les relations richesses du sol, absorption et migration dans la plante, et rendement en fruits.

BIBLIOGRAPHIE

J. GUILLEMOT, J.-L. LACHENAUD et M. DORMOY. - Quelques caractéristiques de sols des zones bananières de la Martinique. Fruits, mai 1973, vol. 28-45, 335-349.

F. COLMET-DAAGE, P. LAGACHE. - Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles Françaises. Cahiers Orstom Pédologie, vol. III, n° 2, 1965.

P. GERVAIS. - Croissance et Développement de l'aubergine en Guadeloupe. Rapport de stage, Station d'Agronomie I.N.R.A Petit-Bourg, Guadeloupe - Septembre 1976.

I.R.A.T.- Martinique - Rapports d'Activité 1970 à 1976.

CORNILLON P.- Etude de l'alimentation de l'aubergine en serre. Station d'Agronomie de l'I.N.R.A. à Montfavet.

P.H.M. - La production de l'aubergine sous abri dans le Sud-Est, n° 145, mars 1974, 15-27.

Station d'Essais en cultures irriguées de Sainte-Anne. D.D.A. - I.R.A.T., Résultats sur cultures maraîchères 1975.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 239-255, 1977.

GESTION TECHNIQUE D'UN TROUPEAU LAITIER EN ZONE TROPICALE HUMIDE

(QUELQUES ELEMENTS METHODOLOGIQUES ET RESULTATS

M. VIVIER °, B. MICHALET-DOREAU °, A. GRUDE °.

I - INTRODUCTION

Le nécessaire dialogue entre les éleveurs, les organismes de Vulgarisation et la Station de Recherches Zootechniques implique l'utilisation de techniques d'investigation permettant d'analyser les situations, compte tenu des contraintes réelles que rencontre le praticien tant au niveau du milieu physique que sur le plan socio-économique. Les résultats obtenus dans la réalité confrontés entre eux et avec les résultats expérimentaux permettront, aux chercheurs de proposer des améliorations déjà vérifiées et dont l'usage entrainera d'emblée une amélioration économique, et aux agriculteurs de formuler de façon précise les véritables limites au progrès nécessitant expérimentations et mises au point.

La "Gestion Technique" - que l'on peut définir comme une méthode permettant de porter un jugement sur la conduite des troupeaux et des pâturages à l'aide de critères synthétiques calculés à partir d'éléments chiffrés recueillis sur le terrain - doit favoriser les échanges entre Pratique et Recherche permettant ainsi une meilleure circulation de l'information et une plus grande participation des agriculteurs et des Agents de Vulgarisation à la vie de la Station de Recherches.

L'objet de cette note est d'examiner les principaux aspects méthodologiques de la gestion technique et d'en illustrer l'intérêt en l'appliquant au cas concret de la production laitière aux Antilles.

II - ASPECTS METHODOLOGIQUES

a) Pratique de la Gestion Technique

La gestion technique repose sur l'enregistrement systématique des performances, comportement du troupeau et des diverses techniques appliquées aux prairies, ce qui implique :

- la connaissance exacte de la structure du troupeau (effectif, mutation, âge, sexe, catégorie)
- une identification précise de chaque animal
- la tenue d'un fichier (animal et parcelle fourragère)
- la pratique d'un minimum de contrôles de performances (contrôle laitier, contrôle de croissance)

° Station de Recherches Zootechniques, I.N.R.A.-Antilles-Guyane, Domaine Duclos, 97170 PETIT-BOURG (Guadeloupe) F.W.I.

- la définition précise du parcellaire de l'exploitation.

Notons également la nécessité de normaliser les systèmes d'enregistrement (fiches) et contrôles afin d'en faciliter le dépouillement et l'interprétation la plus complète possible.

La collecte des données s'effectuera au jour le jour sur un carnet d'exploitation ou directement sur fiche en ce qui concerne :

- la conduite du troupeau (saillies, mise-bas, avortements, maladies, traitements, etc...)
- l'utilisation des parcelles fourragères par les animaux.

Les contrôles de performance seront effectués selon un rythme régulier :

- lait : tous les mois
- croissance des génisses : 5 à 6 fois par an sans oublier toutefois que les poids - à la naissance, 90 jours, 120 jours, au sevrage, à 1 an - présentent beaucoup d'intérêt pour une étude précise du problème.

Enfin, il importera de convenir d'une période d'analyse (ouverture et clôture de l'exercice). Elle peut être laissée à l'initiative de chacun en fonction de besoins particuliers. Dans le cas des Antilles-Guyane, il semble judicieux de la faire débuter avec la période des mise-bas ou encore avec la saison des pluies dans les zones à climat marqué.

b) Enregistrement et utilisation des informations au niveau du troupeau.

- La fiche individuelle, document de base

La fiche Animal individuelle constitue le document de base de la gestion technique. C'est à partir des informations qu'elle renferme que seront calculés les indices, moyennes, récapitulatifs mensuels, etc... Elle devra donc permettre de retrouver facilement les informations suivantes :

caractéristiques de l'animal	- n° identification - race dominante - date de naissance - origine
comportement et production de l'animal	- mode de reproduction (taureau ou insémin. artif.) - date de saillies - date de mise-bas - avortements et causes - sexe des produits - destination des produits (vente, reproduction, mort, etc...) - date du sevrage des produits (poids) - date et cause de la réforme (préciser le poids à la réforme)

(- interventions vétérinaires (maladies, traitements, etc...).

- Utilisation des "fiches individuelles"

Elles permettent de connaître, pour un élevage donné, cas par cas et en moyenne pour l'ensemble du troupeau :

- l'âge au premier veau
- le nombre de saillies pour obtenir un veau (en fonction de l'âge de la vache et de la saison)
- l'écart entre deux mise-bas
- le nombre de vêlages au cours de la carrière de l'animal
- l'âge et le poids des produits au sevrage
- les causes principales de l'intervention vétérinaire(°).

- Analyse de la conduite du troupeau à l'échelle du mois et de l'année

Les regroupements mensuels et annuels des informations portées sur les fiches individuelles donnent une vue globale de la conduite du troupeau et autorisent le calcul de :

- l'effectif moyen par catégorie (présent toute l'année, fluctuation par catégorie)
- la structure du troupeau (importance des premiers veaux, répartition des catégories, des âges, etc...)
- mouvement des effectifs (réformes, ventes, mortalité)
- le nombre des naissances
- les époques de naissance

et plus particulièrement pour le troupeau laitier :

- le pourcentage des vaches à la traite.

Les éléments précédents, de caractère analytique, donnent la possibilité d'établir des indices de troupeau comme :

$$\text{Indice de fécondité} = \frac{\text{nombre de vêlages}}{\text{nombre de vaches présentes}} \times 100$$

(cet indice peut se calculer pour l'ensemble du troupeau et spécialement pour les multipares)

$$\text{Taux de vêlages viable} = \frac{\text{nombre de vêlages - mort-nés}}{\text{nombre de vaches présentes}} \times 100$$

$$\text{Indice de "vitalité" des veaux} = \frac{\text{nombre de veaux vivants à 120 j}}{\text{nombre de veaux nés vivants}} \times 100$$

(COMMERCE, 1974)

(°) A ce sujet, la gestion technique sera complétée d'enquêtes régionales sur les types de parasites rencontrés permettant ainsi d'établir une prophylaxie de groupe.

Le diagnostic, dépistant les erreurs de conduite, découlera de l'interprétation de ces divers calculs.

c) Les contrôles de performance, leur utilisation au niveau du troupeau

Les méthodes de contrôle des performances sont bien connues et normalisées (I.T.E.B.° : Contrôle de croissance : F.N.S.C.L.°° : Contrôle laitier). Elles n'appellent pas de commentaires particuliers. Par contre, il nous apparaît très important d'en souligner une bonne utilisation par le praticien.

1 - Contrôle de croissance

Les résultats de pesées régulières donnent la possibilité d'établir individuellement, au niveau du troupeau, pour un ensemhle d'animaux appartenant à une race ou à un type de croisement défini, les caractéristiques suivantes (et leurs amplitudes) :

- poids à la naissance suivant le sexe
- poids au sevrage
- poids à âge type
- G.M.Q.°°° par catégorie d'animaux et par période

Ces diverses informations seront schématisées à l'aide de courbes de croissance et comparées, éventuellement, à des courbes "Objectif".

Si un élevage de race à viande ne s'imagine plus, actuellement, sans un système de pesée (fixe ou sous forme de groupement d'agriculteurs possédant un matèriel itinérant) permettant de connaître les poids tant au niveau du troupeau de mères allaitantes qu'à celui du Feed Lot, ce n'est pas pour autant qu'il faudrait sous estimer l'intérêt des pesées régulières des génisses de race laitière dont l'élevage (courbes de croissance), sous les climats tropicaux, pose un certain nombre de problèmes.

2 - Contrôle laitier

Le contrôle laitier, à côté de l'aspect Sélection, doit représenter pour l'éleveur un véritable outil de travail lui donnant des enseignements utiles à une gestion plus efficace du troupeau.

Les critères les plus importants à établir sont bien connus de l'agriculture et du technicien. Leur interprétation n'appelle que peu de commentaires. Il s'agit de :

° I.T.E.B. : Institut Technique de l'Elevage Bovin.
°° F.N.S.C.L. : Fédération Nationale des Syndicats de Contrôle Laitier.
°°° G.M.Q. = Gain moyen quotidien.

la production laitière brute (du vêlage au tarissement)°

Elle permet de connaître :

- sur le plan quantitatif :

. la valeur laitière du cheptel, c'est-à-dire la production laitière individuelle suivant le rang de vêlage.

. le maximum de production après vêlage : il se définit comme la plus forte production contrôlée, choisie entre le 1er et 2ème contrôle d'une lactation.

Toutes les vaches ayant un second contrôle auront donc un maximum de production.

C'est en quelque sorte un indicateur de la valeur génétique du troupeau, quoique ce résultat intègre également les répercussions,

- de la durée du tarissement
- des conditions d'élevage et d'alimentation pendant le tarissement
- des conditions d'alimentation au vêlage.

Il serait utile d'isoler la valeur génétique avec plus de sécurité, en retenant par exemple la production laitière au 5ème jour (DECAEN, CALOMITI, POUTOUS, 1970).

. Le coefficient de persistance : il se calcule entre deux contrôles espacés d'un mois. La production laitière théorique ne devrait pas diminuer de plus de 10 % d'un mois à l'autre en conditions optimum d'alimentation et d'hygiène. Dans la pratique, il est généralement admis qu'il y a chute de production lorsque la persistance est inférieure à 85 %.

Le coefficient de persistance sera déterminé individuellement en fonction des niveaux de production, ainsi qu'en moyenne au niveau du troupeau.

D'autre part il permet de connaître les chutes de lait par saison et de comparer la courbe de production laitière optimum (persistance de 90 %) à la courbe observée réellement,

. la durée de la lactation en jours

. la production moyenne par vache traite pour un mois donné (ou une année donnée) soit :

Total du lait produit par vaches contrôlées/Nombre de vaches contrô-

---

° A côté du contrôle laitier, il est généralement facile de contrôler la consommation d'aliment concentré distribué aux vaches laitières et de la rapporter aux quantités produites exprimées en litres ou en Kilogrammes.

lées.

- sur le plan qualitatif :

. le taux butyreux (détermination des variations individuelles et saisonnières, etc...).

La production normalisée

- lactation ramenée à 305 j (permet des comparaisons entre animaux d'un même troupeau et entre troupeaux)

- lactation en 305 j au taux butyreux 4 %

La moyenne économique (M.E)

Elle représente l'un des critères de gestion technique les plus riches d'enseignements. Son objet est de rapporter la production laitière totale au nombre de vaches présentes (donc affouragées toute l'année). Elle s'exprimera soit en kg annuels par vache présente ou en kg de lait par jour de présence.

$$M.E. = \frac{\text{total de lait produit}}{\text{Nbre vaches présentes}}$$

ou

kg de lait par jour de présence $\frac{\text{Total lait produit}}{\text{Nbre jours présence}}$ (jours productifs (+ jours improductifs)

La comparaison des critères "kg de lait/jour de présence" et "kg de lait/jour de traite" mettra en évidence les répercussions économiques des "jours improductifs".

L'interprétation de la moyenne économique enfin tiendra compte de l'âge moyen du troupeau, la production laitière évoluant de façon souvent importante avec le numéro de lactation.

Jours improductifs (tarissement)

Les jours improductifs correspondent à la période séparant la fin d'une lactation d'un nouveau vêlage. La durée du tarissement doit être théoriquement de 60 jours (lactation 305 j + 60 j de tarissement = 365 j). Les jours improductifs représentent, alors, 16,4 % de l'année d'affouragement.

La fécondité des femelles va influencer très directement le pourcentage de jours improductifs. Ils augmenteront à chaque fois qu'un animal sera inséminé à plusieurs reprises.

Les répercussions économiques des tarissements trop longs méritent d'être soulignées : c'est ainsi qu'une vache tarie pendant 90 jours (soit 24,6% de temps improductif) et ayant une production laitière au vêlage de 18 kg pourrait améliorer sa moyenne économique de (90 - 60 x 18) 540 kg au maximum.

d) Synthèse des informations collectées au niveau des troupeaux (conduite et contrôle de performances)

Les critères examinés au cours des précédents paragraphes donnent la possibilité de porter un jugement technique annuel au niveau du troupeau. Soulignons que la valeur de ce diagnostic sera d'autant plus grande que les critères retenus auront été hiérarchisés avec précision afin de retenir les mieux définis et les plus déterminants au niveau du résultat final (FAVERDIN, 1971).

Par ailleurs, le regroupement des divers résultats concernant à la fois la conduite des troupeaux et les contrôles de performances permettra de constituer un système de référence à partir duquel pourront être dressés :

1 - Le profil moyen d'un élevage donné

Il permet :

- de porter un jugement en comparant les résultats avec ceux des élevages de la région contrôlée au cours de la même période.
- d'en suivre l'évolution en comparant les diverses années entre elles.

2 - Le profil régional d'une production

La centralisation régionale des références collectées dans les diverses unités de production donnera la possibilité de tracer "un portrait moyen de l'élevage" soulignant les principaux problèmes rencontrés dans la pratique.

D'autre part, au niveau régional, la comparaison des rendements moyens obtenus par l'ensemble des unités de production avec les rendements de pointe ou les résultats de la Recherche permettra de dégager la notion d'accroissement potentiel (A.P.) ou Marge de Progrès (DEFFONTAINES, 1967).

$$A.P. = \frac{P - M}{M} \times 100$$

(P : rendement possible)
(M : rendement moyen)

L'estimation de "l'accroissement potentiel" (A.P.) doit favoriser le dialogue Production-Recherche et contribuer à adapter l'action des services de formation et information (Vulgarisation) aux réalités de la pratique.

3 - Comparaison inter-régionale

Enfin, les résultats obtenus pour une spéculation donnée (race identique, par exemple) suivant des conditions différentes de milieu peut aider à la mise en évidence de problème particulier et orienter ainsi des actions spécifiques de recherches.

III - QUELQUES RESULTATS : LE CAS DE L'ELEVAGE LAITIER I.N.R.A.-GARDEL, GUADELOUPE F.W.I.

1 - Les conditions de milieu

Le domaine de Gardel est situé en Grande-Terre ; les sols sont des vertisols classiques développés sur calcaire marin et dont la capacité d'échange est élevée. Les pH avoisinent la neutralité, P_2O_5, Ca et Mg atteignent des niveaux satisfaisant alors que K_2O et Na ne sont décelés qu'en faible quantité (DE CRECY, 1969 ; DE CRECY, 1970).

Les précipitations annuelles oscillent entre 1100 et 1500 mm, répartis sur 140-170 jours. Une saison sèche marquée s'observe théoriquement de janvier à avril, dont les époques, durée et intensité, varient considérablement d'une année à l'autre. Les séquences les plus longues de jours sans pluie (en ce qui concerne la période 1972-1975) s'observent entre les mois de mars et juin.

La température moyenne avoisine 25° (25,4°), le mois le plus chaud étant août (29,6°) et le plus frais janvier (23,3°).

2 - Conditions d'élevage et conduite du troupeau

Le Domaine de Gardel couvre une surface de 100 hectares dont 35-40 sont consacrés exclusivement à la production laitière (vaches + génisses). Le Pangola occupe 70 % des surfaces fourragères, complété par des Sorghos fourragers, Merker et Herbe de Guinée.

La fertilisation annuelle est en moyenne de 270 unités d'Azote, 60 unités P_2O_5, 150 unités de K_2O par hectare. Les parcelles sont soumises à une rotation de 40-45 jours afin de réaliser le compromis "Rendement-Valeur fourragère" le plus satisfaisant possible (CHENOST, 1971). Les rendements annuels/hectare des Pangola et Sorgho fourrager atteignent 20 à 25 T de matière sèche. La répartition de la production fourragère dépend en grande partie des conditions météorologiques : excédentaire pendant la saison des pluies, largement déficitaire au cours de la saison sèche. Cette situation impose l'ensilage, réalisé depuis 1971 en quantités importantes (500 à 1000 T/an).

Les vaches laitières pâturent la nuit (clôture électrique) et reçoivent des fourrages fauchés, à l'étable, pendant les heures chaudes de la journée.

Le troupeau se compose de 70 vaches laitières FFPN° importées de France métropolitaine (jusqu'en 1969) ou de leurs descendantes et de génisses destinées au remplacement. Le lait, trait à la machine, est stocké en tanks réfrigérés et vendu à une entreprise locale. Les femelles nées sur le Domaine sont conservées pour le renouvellement du troupeau, le plan d'élevage est simple : elles reçoivent 56 Kg de lait en poudre et 90 Kg d'aliment concentré entre la naissance et le sevrage qui intervient à 83 ± 16 jours puis elles sont mises à l'herbe à l'âge de 259 ± 20 jours (CHENOST et al, 1975).

° F.F.P.N. : Française Frisonne Pie Noire

3 - Résultats (Tableau 1)

a - Reproduction

Les paramètres de reproduction du troupeau se caractérisent par :

a) un âge avancé au premier vêlage = 36-40 mois, conséquence d'une saillie à 25-30 mois au poids moyen de 345 Kg ; ceci dénote une croissance médiocre au cours de la phase d'élevage à l'herbe. A ce sujet, rappelons que des animaux de même race, conduits suivant des méthodes d'élevage éprouvées, peuvent atteindre en climats tempérés des poids de 350 à 370 Kg entre 19 et 20 mois. Une mise à l'herbe plus tardive et surtout d'animaux plus lourds devrait permettre d'améliorer cette situation et ainsi de se rapprocher de performances obtenues au Nigeria, par exemple, avec des animaux Frisons vêlant à 29 mois au poids moyen de 470 Kg (KNUDSEN, 1970).

b) une répartition saisonnière marquée des vêlages : 50 à 60 % des mise-bas s'enregistrent entre novembre et février, phénomène déjà signalé à de nombreuses reprises (BOUSQUET, 1971 ; VIVIER et BOUSQUET, 1973 ; C.T.G.R.E.F., 1974 ; GABRIEL et RICHARD, 1975).

Une telle situation pourrait entrainer à terme des répercussions économiques fâcheuses (alternance de sur-et de sous-production). Ceci a pour conséquence immédiate d'accuser la distorsion entre les besoins du troupeau et la production fourragère.

c) un nombre de saillies relativement important pour obtenir une fécondation (2,26). Les conditions saisonnières affectent, d'ailleurs, cette moyenne de façon significative, comme le montrent diverses enquêtent (CHENOST et al, 1975 ; HEYMAN, 1975). C'est au cours de la saison chaude et pluvieuse que les difficultés de fécondation atteignent leur maximum.

d) un taux de vêlage satisfaisant : 86,9 à 97,6 %, tout au moins au niveau de la moyenne annuelle. Il faut rapprocher ce chiffre des résultats des multipares = 71,2 à 80 %. Concrêtement, les résultats moyens obtenus reflètent la sévère politique de réforme pratiquée et l'introduction de nombreuses primipares, les mouvements d'effectifs (exprimés en %) le soulignent bien.

Cette façon de régler le problème implique, dans un pays où les possibilités locales d'achat d'animaux sont nulles, d'élever un effectif important de génisses afin d'assurer le renouvellement du troupeau avec un minimum de choix.

e) un taux de réforme élevé : 20 à 30 %. Les réformes interviennent dans 53 % des cas après la 4ème lactation, généralement pour raison d'infécondité. Toutefois, il faut noter qu'un tiers des animaux éliminés concerne des 1ères et 2èmes lactations (Tableau 2).

f) une grande variabilité du nombre annuel des avortements exprimés en % des saillies fécondantes. Ils augmentent chaque année sans que l'on puisse les attribuer à une cause précise (la Brucellose n'existe pas aux Antilles).

b - La production laitière du cheptel

- Production laitière individuelle :

L'étude d'un échantillon de 166 lactations, contrôlées entre 1971 et 1975 permet de calculer la production moyenne individuelle soit 3291 litres. Ce chiffre est relativement élevé, comparé aux résultats obtenus avec des animaux de même race dans d'autres régions tropicales (Tableau 3). La production varie avec le rang de vêlage : 2700 l en première lactation contre 3800 l en 6ème lactation, soit + 71 % (tableau 4). Mais il faut attendre la 4ème lactation pour enregistrer une différence significative. Les productions au premier contrôle suivent une progression analogue. De même CASTRO-GOMEZ (1972) enregistre au Mexique une augmentation de la production de 90 % entre la 1ère et 5ème lactation alors qu'au Vénézuela la production reste constante quel que soit le rang de vêlage (RODRIGUEZ-VOIGT, 1974).

La durée de lactation de 290 jours correspond aux résultats observés dans d'autres zones tropicales (tableau 3). Elle présente une assez grande dispersion mais ne diffère jamais significativement d'un numéro de lactation à l'autre (tableau 4).

- La moyenne économique et les jours improductifs :

La moyenne économique s'établit aux environs de 3000 litres, chiffre analogue à celui obtenu en Martinique (GABRIEL et RICHARD, 1975) et en Colombie (PONSARDIN, 1972) dans des conditions voisines d'élevage. Par contre, ce résultat diffère sensiblement (1000 l) de ceux obtenus par les troupeaux bien gérés de l'ouest de la France (résultats E.D.E. cités par RICHARD et VIVIER, 1973 ; HOURMAN, 1975). Compte rendu des éléments présentés dans le paragraphe précédent, il est évident que la production d'animaux en 1ère, 2ème et 3ème lactation influencera directement ce critère.

Le pourcentage de jours improductifs varie de 22 à 28 %, résultats sensiblement inférieurs à ceux rencontrés en Martinique (32 à 42 %), mais encore trop élevé par rapport à l'optimum de 16 % = 60 jours de tarissement). Au Nigeria, Knudsen (1970) obtient 13 %. Toutefois, il ne semble pas souhaitable de tarir les animaux trop tardivement, au risque de compromettre la lactation suivante.

c - La consommation d'aliment concentré

La quantité d'aliment concentré atteint en moyenne 0,360 kg/litre de lait produit ; 0,4 à 0,5 kg/litre représente des niveaux généralement admis dans la zone Caraïbe (ARROYO-AGUILU, 1972 ; CHENOST, 1972 ; CHENOST, 1973 ; etc ...). Malgré tout, les productions individuelles restent modestes, ce qui confirme la faible digestibilité et ingestibilité des graminées tropicales.

d - La production laitière à l'unité de surface

L'intensification fourragère (utilisation d'espèces productives, fertilisation, rationnement des pâturages, fauche des refus, alternance fauche-pâturage, etc...) a permis d'augmenter sensiblement le chargement à l'unité de

surface. Il passe entre 1971 et 1975 de 1,3 à 2,4 vaches laitières/hectare et malgré des performances individuelles modestes la production laitière/ hectare progresse dans le même temps de 5 à 7000 litres soit + 38 %. HOLDER, en Australie (1967), enregistre des résultats analogues : 2,5 vaches laitières et 6550 litres de lait/ha.

CONCLUSIONS

Basée sur les contrôles de performances et les enregistrements (normalisés) de la conduite du troupeau et des pâturages, la gestion technique représente un outil de progrès pour l'entreprise agricole et un moyen de développement efficace au niveau collectif.

Les résultats auront une valeur non seulement à l'échelle de chaque unité de production mais également à divers niveaux géographiques. Ils contribueront alors à la mise en évidence des problèmes régionaux.

Les méthodes de gestion technique constituent un moyen d'investigation précieux pour les organismes de recherches et c'est autour des résultats chiffrés et obtenus suivant une méthode normalisée que devrait s'établir un dialogue Production-Vulgarisation-Recherche véritablement fructueux. L'expérience perfectionnera les méthodes d'investigation et de calcul adaptant l'une et l'autre aux circonstances particulières.

Notons également qu'il est aisé de compléter la gestion technique d'éléments économiques et d'avoir ainsi une vue globale des problèmes tout en ayant le moyen de mettre en évidence les freins à une meilleure rentabilité.

Enfin l'application des critères de gestion technique au cas concret exposé dans cette note permet de dégager les éléments suivants qui représentent à la fois des perspectives de recherches (points 1 et 2) ainsi que des possibilités de progrès (point 3) :

1/ Les problèmes liés à la reproduction entrainent une rotation d'animaux difficile à réaliser avec un minimum de choix dans un pays où le cheptel laitier est de faible importance°. Par ailleurs, l'élevage des génisses nécessite encore de nombreuses mises au point techniques.

2/ La médiocre valeur fourragère des graminées tropicales entraine la distribution de grosses quantités d'aliment complémentaires, incompatible avec les conditions économiques locales du fait du coût des céréales généralement importées. Par contre, les espèces fourragères cultivées aux Antilles (Pangola, Merker, Herbe de Guinée, Sorgho fourrager) ont un potentiel de rendement important pour peu qu'elles soient bien exploitées (fertilisation, parcellement, ensilage).

° Ils pèsent également sur le rendement laitier du fait de l'élimination de vaches sur le point d'extérioriser leur potentiel.

3/ Les résultats obtenus entre 1971 et 1975 au Domaine I.N.R.A.-Gardel montrent clairement que l'amélioration des productions dépend plus du chargement à l'unité de surface que des performances individuelles des animaux restées relativement stables au cours de la période étudiée. Ces résultats soulignent l'absolue nécessité d'une intensification fourragère bien comprise.

Tableau 1 - RESULTATS GESTION TECHNIQUE VACHES LAITIERES DOMAINE INRA-GARDEL GUADELOUPE F.W.I *(Technical management results of dairy cows, INRA-Gardel Station, Guadeloupe)*

Années Critères	1971	1972	1973	1974	1975	Moyenne
EFFECTIFS Vaches laitières présentes						70,9±4,2
Primipares introduites (% des vaches présentes)	8,9	3,7	7,1	18,0	15,2	10,2
Réformes (ventes + mortalités) (% des vaches présentes)	25,7	14,4	19,0	15,2 dont 2,7 % mort.	34,2 dont 2,9 % mort.	21,7
Mouvement d'effectif en % (a)	37,8	27,1	37,3	37,5	56,3	39,1
(1) REPRODUCTION Poids à la 1ère saillie (Kg)	----	-----	-----	----------	----------	---345,01
Age au premier veau	882	1234	1205	1085	1070	1095 + 151
Nbre saillies/Vêlage	←----	-----	2,23	----------→	2,3	2,26
Epoque des mise-bas > 50 %	←----------Octobre à février----------→					
Taux de vêlage (en %) Primipares + multipares	92,6	97,0	86,9	87,5	97,6	92,3
Taux de vêlage en % des multipares	77,2	80,0	72,4	71,2	74,0	75,0
Ecart entre vêlag. en jours	←----------		417	----------→	372	400
N° moyen de lactation à la réforme	4,1	3,4	5,7	4,3	4,8	4,46
Avortements en % des vaches pleines	3,94	2,81	0,0	7,3	12,0	
Pertes à la naissance	8,2	7,2	11,6	6,3	8,9	8,4
(2) PRODUCTIONS LAITIERE DU CHEPTEL Moyenne économique	2920	3157	3206	3182	2975	3088 ± 131
Vache à la traite en % des vaches présentes	73,1	72,0	77,2	74,9	75,7	74,6
Jours improductifs en %	26,9	28,0	22,8	25,1	24,3	25,4
Durée moyenne de la lactat. en jours	303	297	295	308	266	290
< 150 j)	6	2	5	0	4	3,4
150 < durée < 300 j) en %	48	60	45	60	70	56,6
> 300 j)	46	38	50	40	26	40,0
(3) CONCENTRE (18 % MAT) g/litre	0,300	0,280	0,270	0,293	0,361	0,361±0,035
(4) PRODUCTION à L'UNITE DE SURFACE Hect. Nbre litres de lait/hectare	5265	5993	6908	7288	7221	6535
Chargement/hectare	1,3	2,1	2,1	2,36	2,43	2,05
Surface fourragère/VL (ares)	76,0	47,62	47,62	42	42	-

(a) $\frac{\text{Entrées + Sorties}}{\text{Animaux passés}} \times 100$

TABLEAU 2

REPARTITION DU NOMBRE D'ANIMAUX REFORMES (%) EN FONCTION DE LEUR N° DE LACTATION (calcul portant sur n = 91)

N° lactation	Nbre par classe (%)	% cumulé
1	11,0	11,0
2	20,9	31,9
3	7,7	39,6
4	13,2	52,8
5	5,4	68,2
6	11,0	79,2
7	7,7	86,9
8	2,2	88,1
9	6,6	94,7
10	4,3	99,0

TABLEAU 3

PERFORMANCES LAITIERES DE TROUPEAUX HOLSTEIN/FRISON EN ZONE TROPICALE

Auteurs	Pays	Prod. laitière par lactation	
VERDE (1968)	VENEZUELA		
Ministère du (1969)	MALAWI	1884	325
KNUDSEN P.B. (1970)	NIGERIA	2412	281
OLA YIWOLE M.B. (1973)	NIGERIA	2496	295
RODRIGUEZ-VOIGT A.R. (1974)	VENEZUELA	1433	280
- (1976)	GUADELOUPE	3291	290

Tableau 4 - PRODUCTION LAITIERE MOYENNE, DUREE DE LACTATION, PRODUCTION JOUR DE TRAITE ET NIVEAU DU 1er CONTROLE SUIVANT LE RANG DE LACTATION (166 courbes de lactation contrôlées au Domaine Gardel entre 1971 et 1975). *(Average dairy production, lactation duration, production per milking day and first control level according to the lactation order number).*

N° de lactation	Effectif	Productions laitières		Durée lactation		Product./j de traite		Prod. lait. au 1er cont	
		Rendement total lact. (Kg)	accroiss. 1ère lact.	Durée lactation (j)	accroiss./ 1ère lact.	Prod./J (Kg)	accroiss./ 1ère lact.	Prod. lait. au 1er cont. (litres)	accroiss./ 1ère lact.
1	29	[a] 2714±718	100	287 ± 57	100	9,46	100	[a] 12,55±3,04	100
2	21	[b] 2802±855	103,9	272 ± 57	94,8	10,30	108,9	[b] 13,43±4,28	107,0
3	16	[c] 3116±888	114,8	282 ± 55	98,3	11,05	116,8	[c] 15,12±4,28	120,5
4	19	[d] 3400±644	125,3	289 ± 42	100,7	11,76	124,3	[d] 17,72±3,51	141,2
5	14	[e] 3396±699	125,1	274 ± 38	95,5	12,39	166,1	[e] 17,14±3,13	136,6
6	23	[f] 3797±1193	139,9	304 ± 83	105,9	12,49	167,4	[f] 18,17±3,93	144,8
7	23	[g] 3553±927	130,9	301 ± 71	104,9	11,80	124,7	[g] 15,70±3,39	125,1
8	14	[h] 3776±686	138,1	291 ± 55	101,4	12,98	174,0	[h] 19,36±3,32	154,3
9 - 10	7	3551±715	130,8	317 ± 43	110,4	11,20	150,1	17,14±3,18	136,6

Productions laitières totales lactation :
- a et b significativement différents ($P<0,05$) de d, e, f, g, h.

Production laitière au 1er contrôle :
- a et b significativement différents ($P<0,05$) de c, d, e, f, g, h.
- c significativement différent ($P<0,05$) de d, f, g.
- h " " ($P<0,05$) de c, g.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARROYO-AGUILU J.A. - Résultats divers publiés et non publiés, cités par M. VIVIER, Rapport de Mission : Les productions fourragères à Porto-Rico, 1972.

BOUSQUET P. - Conduite de l'élevage bovin sur prairies à saison sèche marquée aux Antilles françaises. In "Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants". I.N.R.A.-Antilles-Guyane (24-29 mai 1971), 1971.

CASTRO-GOMEZ H., ROMAN-PONCE H., BERRUECOS D.J.M. - Estimation of genetic parameters in a herd of housed Holstein-Friesian cattle in a subtropical climate in Central America. Animal Breeding Abstracts (1975) 43, 5738, 1972.

CHENOST M. - Le Pangola et l'élevage intensif en climat tropical humide. In "Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants". I.N.R.A.-Antilles-Guyane (24-29 mai 1971), 1971.

CHENOST M. - Observations préliminaires sur les variations saisonnières de la quantité d'aliment ingérée par les caprins en milieu tropical humide. Annales de Zootechn. 23 (1), 113-120, 1972.

CHENOST M. - La valeur alimentaire de quatre graminées et d'une légumineuse tropicales et ses facteurs de variation. Fourrages 54, 87-108, 1973.

CHENOST M. et al. - Aspects techniques du développement de l'élevage bovin aux Antilles françaises, zone tropicale humide. Bull. Tech. d'Inf. 298, 223-243, 1975.

COMMERCE M. - La production de maigre en zone pyrénéenne par le croisement à double étage. Bull. Tech. d'Inf. 291, 517-527, 1974.

C.T.G.R.E.F. -D.O.M. - Recherches de références sur les troupeaux laitiers de Martinique - Rapport d'étape, 1974.

DECAEN D., CALOMITI S., POUTOUS M. - Evolution de la production laitière de la vache au cours des deux premiers mois de la lactation. II - Analyse de la variation de la quantité de lait. Annales de Zootechn. 19 (2), 205-221, 1970.

DE CRECY J. - In "Carte pédologique de la Guadeloupe" - O.R.S.T.O.M. éd., 1974.

DE CRECY J. - Les vertisols sur calcaire aux Antilles, problèmes d'utilisation agricole - Compte-rendu du 7ème congrès de la Caribbean Food Crops Society, 1970.

DEFFONTAINES J.P. - Une méthode de détermination des facteurs techniques limitant la production agricole de montagne. Fourrages 31, 36-52, 1967.

FAVERDIN F. - Etude de la hiérarchisation des critères de gestion technique d'après leur influence sur la production laitière moyenne. Brochure ronéotypée Maison de l'Elevage de la Mayenne France métropolitaine, 1971.

GABRIEL F., RICHARD G. - Intérêt de l'application d'une méthode de gestion technique aux élevages laitiers des Antilles françaises. Nouv. Agron. Antilles-Guyane 1 (3), 213-228, 1975.

HEYMAN Y. - Incidence des facteurs climatiques sur la reproduction des bovins. Résultats d'élevage en Guadeloupe. Nouv. Agron. Antilles- Guyane 1 (3) 199-212, 1975.

HOLDER J.M. - Milk production from tropical pastures - Trop. grassl. 1, 135-141, 1967.

HOURMAN - Intensification fourragère en Finistère. La France Agric. n° 1560 et 1561, 1975.

KNUDSEN P.B., SOHAEL A.S. - The Vom herd - A study of the performance of a mixed Friesian/Zebu herd in a tropical environment. Trop. Agric. Trinidad 47, 189-204, 1970.

Ministry of Natural Resources, Malawi. Annual Report of the Department of Veterinary Services and Animal Indistry, Malawi - Animal Breeding Abstracts (1970) 38, 1029, 1969.

OLAYIWOLE M.B., ZEMMELINK G., KOCH B.A. - Performance of Friesian and Friesian/White Fulani (Bunaji) dairy cows at Shika Research Station. Animal Breeding Abstracts (1975) 43, 638, 1973.

PONSARDIN P. - Une amélioration spectaculaire en production laitière dans la vallée du Rio Cauca, en Colombie - Méthodes et Résultats. Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop. 25, 109-118, 1972.

RICHARD G., VIVIER M. - Contrôle de performance et gestion technique des troupeaux bovins lait et viande. Bull. Tech. Prod. Anim. éd. Guadeloupe (2-3), 50-55, 1973.

RODRIGUEZ-VOIGT A.R. et al. - Production of crossbred dairy cattle south of Lake Maracaïbo in 1973. Agron. Trop. 24, 201-217, 1974.

VERDE O.G. et al. - Milk production characters in three herds in the humid tropical region of Vénézuela. Mems. Asoc. Lat. Amer. Prod. Anim. 3, 195, 1968.

VIVIER M., BOUSQUET P. - Premières observations effectuées en Martinique sur des troupeaux bovins à dominante Zébu. Bull. Téch. Prod. Anim. éd. Guadeloupe (2-3), 30-49, 1973.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 256-272, 1977.

FORAGE GRASSES AND LEGUMES FOR DRIER PARTS OF THE CARIBBEAN

J.M. KEOGHAM[°] - C.L. DEVERS[°]

The theme of this paper is that biological nitrogen fixation and the cycling of this nitrogen for production should be the main basis of increased animal production in the Caribbean. Failure to capitalise on this through the use of well adapted and productive forage legumes and grasses under good cutting and or grazing managements is a failure to recognise the most economical and effective method for our fragile Caribbean economies to achieve more self-sufficiency in livestock products. This paper will not be confined to the results of pasture research by the University of the West Indies in Antigua ; some of these have been summarised in tabular form and hopefully will be used for topics of discussion during this conference. Also, some key details in these tables will be pointed out in overheads. Instead, the authors will take this opportunity to present some ideas and philosophy on pasture improvement and animal production in the region.

In the past, plans for improvements in livestook production in the Caribbean appear to have been too attached to what can be described as : "The Pangola Grass Syndrome", "The Fertilizer Nitrogen Spendout" and "The Expensive Protein Supplement Addiction". Perhaps the energy orisis with its resultant increases in fertizer costs has at last fored those who plan the future livestook systems of the region to begin to think more positively about forage legumes and biological nitrogen fixation - we certainly hope so.

All Pangola grass in the Caribbean represents a single introduction of a species, *Digitaria decumbens*. It has several outstanding attributes - excellent persistence under grazing, a great ability to suppress weeds, excellent quality when well supplied with nitrogen, coupled with high production when moisture stress is low or absent. Its strengths are in some respects also its weaknesses, especially in dry areas of the region when irrigation is not available : it needs plenty of nitrogen and moisture to produce high yields of good quality feed and its ability to suppress weeds also holds true for virtually all commercially available legumes. Needless to say there is a problem when the farmer cannot afford to supply plenty of fertilizer nitrogen, whilst in the dry season in Antigua it is just about as dormant as any potentially useful grass we have measured. Reference to tables 1 and 2 will clearly demonstrate this. Furthermore, there are few grasses as susceptible to leaf rust and aphids as Pangola. Essentially then, the potential of Pangola cannot be capitalised on by most livestock owners in the Caribbean - most cannot irrigate it, most cannot afford to apply sufficient nitrogen fertilizer and yet, as an alternative, they will not be able to maintain a high enough proportion of legumes with it to cycle sufficient "biological nitrogen" to substitute for fertilizer nitrogen. Given the climatic conditions of drier parts of the Caribbean and its economic limitations and priorities, coupled with the fact that it has to be vegetatively propagated, Pangola is often the the wrong grass to continue to plant or to recommend. If this region wants to use Digit grasses in its future pasture development, it should be first looking at the potential of seeded species such as *D. pentzii*, *D. smutsii* and *D. milanjiana* or at least using Transvala instead of Pangola.

The accompanying tables clearly demonstrate that the Forage Legume Project has measured some quite impressive yields from several grass and legume species, varieties and lines under dry land conditions in Antigua. You will also agree that the rainfall figures tell a story of some prolonged periods of severe moisture stress. Probably the fertilizer application used on the grass plots is about as low as possi-

.../...

ble without markedly jeopardising yields. Reference to the annual grass yields will reveal that those summarised in table 3 are considerably less than those in table 4, a reflex ion of the much higher yields from December 1975 to April 1976 when the wet season was prolonged, than from december 1976 to april 1977 when the wet season finished early. Part of the difference could also be due to the fact that whereas 105 kg N/ha were applied in the first annual regrowth period, only 50 kg/ha were applied in the second. Certainly a minimum input of 100 kg Nitrogen/ha/year for a relatively intensive grassland system is a very conservative estimate indeed, especially if a considerable amount of the herbage is removed from the field as hay or silage or as green feed for stall fed animals - even when we have a long dry season when fertilizer responses will be low. It is very reassuring then that microbiological studies conducted in Antigua by Mr. B. Ahmed have indicated that well adapted forage legumes are capable of fixing large amounts of nitrogen. This is after all a region rich in naturalised legumes ; it is for example, probably the centre of diversity of *Stylosanthes hamata*, which has tremendous potential as a species for pasture improvement in the dry tropics. A form collected in Venezuela that is adapted to relatively low soil pH, has been commercially released in Australia as "Verano" - Caribbean lines of *S. hamata* are in contrast, very well adapted to high pH soil. This is probably also the centre of origin of *Desmanthus* spp. and *Desmodium canum* while many other useful and potentially useful legumes are well and truly naturalised ; *Teramnus labialis*, *Centrosema pubescens*, *C. virginianum*, *C. plumieri*, *Galactia* spp., several other *Desmodium* spp., *Leucaena leucocephala*, *Alysicarpus vaginalis* and *Rhynchosia* spp. So, it is not surprising that Ahmed has found that most soils are rich in the right type of *Rhizobia bacteria* and that his measurements with the Acetylene Reductase Technique indicate that many of the Caribbean legumes and introductions are capable of fixing large amounts of nitrogen. Based on these measurements we can assume that well adapted and productive legumes can probably fix sufficient nitrogen to provide a net input of a least 100 kg/ha/year to a grazed grassland ecosystem, recognizing again that this is probably a very conservative estimate. Now, let us turn that figure into a monetary value :

To provide 100 kg of nitrogen/ha (2.47 aeres) we will need 91/3 bags of Ammonium sulphate (21 % N). Since a bag of this in Antigua contrains 10.7 kg of N and costs 24.00 EC, we are now looking at a biological system that can provide 224.00 EC/ha/year, *in nitrogen input alone*. There are of course, other advantages in making full use of forage legumes in our livestock feeding systems and this leads to our next topic, protein supplements.

"The Caribbean region can and should produce all of its protein supplements" and basic requirements by using, in a systemmatic and efficient way some of the very legumes that grow naturally here as well as promising introduction". Let us get this statement into clear perspective by giving an example. *Clitoria ternatea* has tremendous potential as a dual purpose forage/grain species especially when grown as a special-purpose intensively managed stand. Our results show that even when grown without irrigation in Antigua this species can produce at least 10,000 kg DM/ha containing 15 - 20 % Crude Protein, when out at mature stages of growth (20 - 25 % C. P. when out at a vegetative-early flower stage). In other words, 1,500 - 2,000 kg of crude protein per ha per year. Just how much would that amount of protein cost if bought in as Soyabean meal for example ? Furthermore, *Clitora* can produce very large yields of grain containing 44% crude protein and 2.8 % lysine (Bravo, 1971). The Project plans to investigate the use of special-purpose, intensively managed (irrigated, topdressed and sprayed) legume stands to produce high quality protein meal. Solar drying can probably fit into such a system which need not, and should not be capital intensive and highly technical. At the other end of the spectrum of possible systems for producing protein rich feed is the growing of dry season active forage legumes in backyards and small plots by the many small-scale farmers and livestock owners of the region, especially to help feed their small animals. Socially and economically this has great significance, and the encouragement and implementation of it is a worthwhile challenge to the Livestock Officers and Agricultural Extension personnel in this region.

Another interesting and potentially important source of protein when the dry season is long and severe are the seedpods of *Stylosanthes hamata* either when grazed from the plant itself or licked by animals from the ground after being shed. Work in Northern Australia has shown that the closely related species *S. humilis* can produce nearly 1,000 kg/ha of intact seedpods each year ; work in Antigua as well as that in Australia indicates that *S. hamata* is also capable of producing very high seed yields. Dr Martin Playns of the C.S.I.R.O. Division of Tropical Crops and Pastures has shown that the seed of *S. humilis* forms 62 % of the D.W. of the intact seedpod, and is high in protein (48 %), sulphur (0.34 %) and Phosphorus (0.58 %) and low in fibre (20 %), the pod itself is high in fibre (80 %) and in Calcium (1.7 %). When Playne fed beef cattle 500 g of intact seedpods per day they ate 30 % more low quality grass than these fed low quality grass alone - the former gained 0. 5 kg/head liveweight/day and the latter lost 0.1 kg. No doubt animals in Antigua do better than one would expect on our low quality hay - and seymour grass (*Andropogon* spp.) pastures in the dry season because of the presence of naturalised legumes such as *S. hamata* and *T. labialis* which not only provide the quality part of their diet but also enhance their uptake and utilization of the low quality associated grasses.

Since the production potential of pastures in most wet seasons is very high, surplus herbage is almost inevitable unless the area is totally overstocked. An efficient livestock system in drier parts of the Caribbean must capitalise as much as possible on this surplus to alleviate the stress placed on animals especially in the latter part of the dry season. Silage and hay making in a more or less conventional way is an integral and successfull part of the Government Livestook scheme in Antigua ; it represents a feasible system for other large producers in this region but how much can the all important small producers capitalise on the principals of forage preservation ? That is a very difficult question to answer because there are so many combinations of economic, social, environmental and technical factors involved.

Perhaps those farmers who own or rent relatively large areas of land of suitable topography could contract to have their hay and or silage made on their farm by an organisation such as Government, with the necessary machinery.

Or, perhaps hay made from Government meadow could form a pool of emergeney feed to be sold to farmers later in the dry season.

Also, it will probably be feasible for many small farmers to make at least some of their own hay with a low capital outlay, using for example a two-wheel tractor fitted with a sickle bar mower. Essentially though, any marked increase in forage conservation by small farmers themselves will only come about if the Agricultural Officers and Advisers of this region can demonstrate feasible, worthwhile systems on the farm itself, in conjunction with the farmer himself, i.e. less advise and more example !

Of course, the less dependence we have on forage conservation the cheaper and simpler our systems will be and this, is a very important consideration. How can we reduce the need to conserve wet season feed for the dry ? The answer is to grow species which can produce substantially more herbage in the dry season than those often used at present. Tables 1 and 2 and Figure 1 clearly indicate that several grass species are markedly better than Pangola and haygrasses *(Andropogon caricosum)* from this standpoint alone. Furthermore, the dry season productivity of herbaceous legumes such as *Macroptilium stropurpureum* and *Glycine wightii* and of the browse legume *Leucaena leucocephala* has been remarkable (tables 6, 7 and 8).

The use of drought-tolerant tall grasses such as elephant grass and sugar cane, mainly as stand by dry-season feed, should be an integral part of most livestock systems whether large or small. When the sugar cane grown by the farmer is primarily for sugar production then the cane will of course, be grown on its own and protein supplementation will be necessary. Hopefully, this will be locally produced - even on the same farm. However, when sugar cane, or elephant grass, is grown solely for li-

vestock feeding, every effort should be made to grow them in association with a climbing legume such as *T. labialis*, *M. atropurpureum*, *C. wightii* or *C. pubescens*. to give an *in situ* protein supplement plus nitrogen supply.

In conjunction with the increased use of dry season-active species some of the surplus feed of the wet season can of course, be carried in to the dry season as standing hay and then ration fed. Dry season dormant species such as *Andropogon caricosum* are well suited to this. Hopefully it will be possible in the future to increase the proportion of legume in such "natural" pastures by pasture renovation, in order to improve both the overall feed quality and the utilization of the low quality grass.

The authors are fully aware that there are many difficulties involved in the choice of, and establishment and management of grass legume pastures, and in the increased dependence on forage legumes as such for livestock production. There is not time to deal with these problems in detail, but some will be discussed briefly.

Firstly, not one of the legumes under test in Antigua at present is without some limitations - not that one can ever expect to get "the perfect legume"! Many legumes are not well adapted to the long periods of moisture stress in Antigua and many are not well adapted to either or both heavy cracking clays (Vertisols) or highly calcareous soil (tables 6-10). Reassuringly though, some are well adapted and these results clearly confirm this. Assuming reasonable adaptation to the climate and soils, a major limitation to production in the wet season (tables 8 and 9) is a high susceptibility of most of legume accessions to insect damage - mites, tingids, plant bugs *(Heteroptera)*, leaf hoppers and *Lepidopterus* pests such as *Heliothus*, *Plusia*, *Pseudoplusia* and *Spodoptera*. *Clitoria ternatea* is however, very tolerant and *Leucaena leucocephala*, relatively tolerant. *Clitoria* on the other hand, is quite susceptible to *Cercosporella* leaf spot but this is one of the few minor limitations it has.

The search for compatible grass/legume associations and management systems to maintain a favourable grass/legume balance is important and challenging. Understandably, it is one of the main priorities of trial work in Antigua.

Establishment of new, improved pastures in the region will pose a number of problems. Conventional cultivation and establishment is expensive, is difficult on heavy cracking clays and may be impossible or inadvisable on sloping and/or stony areas. The challenge is to find other cheap and yet effective methods as well as conventional ones, to improve our pastures i.e. through pasture renovation rather than pasture replacement. The Forage Legume Project has had mixed success in its pasture renovation trials, using a Connor Shea chizzel needer ; there are many problems to solve. Further pasture renovation trials will be the main work that wille be carried out on pasture establishment in the next 2-3 years ; most of it will be done with a Power Till seeder which can be used on existing pastures to produce mini seedbeds and sow in a once-over operation. The Project will also be looking at the possibilities of increasing the proportion of legumes in our hay grass pastures by such practices as oversowing, topdressing and burning and using different cutting and grazing managements.

The authors cannot imagine a viable programme of pasture improvement that relies heavily on seed supples from outside this region because of the high cost and transport problems involved. Australia is the chief source of commercial pasture seed at present and it is worth noting too, that as well as high cost and delivery delay, their varieties have of course been selected for their conditions, not ours. It is also worth mentioning that the International Organisation CIAT, in Colombia, is concentrating its efforts on the selection of species for the Llanos, a huge region of intermediate rainfall with soils of very low pH and mineral levels. In Antigua, it is the plan of the Forage Legume Project to begin producing small commercial quantities of seed for pasture development in the region, including lines well adapted to high pH,

heavy clays and calcareous soils.

CONCLUSION. Compared with growing crops, producing meat from pastures is an inefficient method of "harvesting the sun". Even under ideal feed-lot conditions three units of grain energy will produce only one unit of meat energy and grazing animals will rarely reach this level of efficiency. Even so, even on these islands where land is such a precious and limited resource, grazing animals will always have a place, to turn plants that humans cannot digest into edible protein in the areas that cannot be cropped. In the short term at least, this also holds true for those potential cropping areas which lie idle. Also, it is highly probable that in the future, some Caribbean forage legumes will be used for the extraction of protein directly edible by humans.

PASTURE SPECIES FOR DRIER PARTS OF THE CARIBBEAN : SOME PRELIMINARY RECOMMENDATIONS.

1°/ *Urochloa bolbodes*, *U. mosambicensis* (Sabi grass) and "Bambatsi" *Panicum coloratum* as seeded grasses for intensive rotational grazing, hay and silage, when combined with selected lines of drought-tolerant legumes such as *Macroptilium atropurpureum*, *Glycine wightii*, *Teramnus labialis* and *Stylosanthes hamata*.

2°/ Coastal Cross I Bermuda grass and other selected *Cynodon* spp. for pastures to withstand considerable periods of set-stocking and general mismanagement. Such pastures will perform much the same role as Pangola grass does at present, but with more dry season production and a higher proportion of associated legumes such as *M. atropurpureum*, *G. wightii*, *T. labialis* and *S. hamata*.

3°/ High-yielding *Panicum maximum* varieties such as "Makueni", "Uganda" and "Likoni" for zero grazing, rotational grazing, and hay, when combined with drought-tolerant climbing legumes such as *M. atropurpureum*, *G. wightii* and *T. labialis*.

4°/ The browse legume, *Leucaena leucocephala* which has very high quality (25 % or more of crude protein in edible herbage) could also be combined in wide rows with *Panicum maximum* type grasses, to form a special-purpose pasture especially for dry season feeding, the important prerequisite to its successful use being the presence of more grass than *Leucaena* herbage. Certainly until either low mimosine lines are released from the Australian Breeding Programme or a suitable treatment to counteract the deleterious effects of mimosine is available the use of *Leucaena* should be limited and careful. Selection of vigorous lines of other browse legumes such as *Desmanthus virgatus*, which do not contain a toxic principal is being conducted by the Forage Legume Project.

5°/ Sugar cane, Elephant grass, Enano (dwarf) Elephant grass and possibly Guatamala grass, preferably when combined with climbing legumes such as *M. stropurpureum*, *G. wightii*, and *Centrosema pubescens*, to alleviate the dry season feed deficit, the sugar cane, Guatamala grass and Elephant grass for a cut and carry system but with emergency grazing as well from the Elephant grass while, the dwarf Elephant grass could be used both for rotational grazing and cutting.

6°/ Small areas of special-purpose, intensively managed (irrigated, top-dressed and sprayed) stands of legumes such as *Clitoria ternatea*, *M. atropurpureum* and *G. wightii*, to provide high-protein feed as meal and hay.

7°/ Buffel grass *(Cenchrus ciliaris)* varieties such as "Biloela", "Nunbank" and "Tarewinnabar" have outstanding adaptability and dry season productivity on shallow calcareous soils and can also be recommended for droughty, skeletal volcanic soils. Because of their relatively low palatability, they should be sown in association with legumes, but without other more palatable grass species, in order to obtain good utilization by animals.

8°/ Climbing legumes such as *T. labialis*, *M. atropurpureum*, *G. wightii*, and *C. ternatea* for backyard and small-plot production of protein-rich animal feed. Ideally such species should have a support system such as fences or stakes but *C. ternatea* which is semi-self-supporting could be combined with a climber such as *T. labialis* which also shows strong stoloniferous creep.

9°/ *Hemarthria altissima*, "Big Alta" has proved to be very poorly adapted to the long dry season and high pH soils of Antigua but in a trial at Beausejour St. Lucia, where the dry season is less severe and soils, more acid, it has been outstanding, yielding 50 % more herbage than either Coastal Cross Bermuda grass or Pangola grass. In areas with non-calcareous soils and receiving an annual RF of at least 50" (1270 mm), *Hemarthria* plus legumes should be seriously considered for intensively managed pastures.

10°/ Considerable areas of "natural" pastures dominated by grasses such as Seymour and hay (*Andropogon* spp.) can be retained. Such pastures should be renovated by introducing legumes such as *T. labialis* and *S. hamata* and perhaps grasses, such as *U. bolbodes*.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BRAVO (F.O.), 1971. - Tecn. Pecuaria, Mex. 18, 100-102.

Table 1 - Contrasts in dry season productivity - 1976.
A. Total dry season yield. 222 days
PPT - 11.61" (295 mm)
Estimated P.E.T. 42" (1,067 mm)
Fertilizer added : 15 kg Nitrogen/ha.

Species	Variety of Line	DM Yield kg/ha
Urochloa bolbodes	CPI 47122	6,600
Brachiaria decumbens	Signal grass	6,200
Pennisetum purpureum	Elephant grass	6,150
Panicum maximum	Likoni and Uganda	5,930
Cenchrus ciliaris	Nunbank Buffel grass	4,900
U. mosambicensis	Sabi grass	4,650
Cynodon	Coastal Cross I Bermuda	3,900
Chloris gayana	Florida 161 Rhodes grass	3,600
Digitaria	Transvala Digit grass	3,550
Andropogon	Local Seymour grass	3,150
Digitaria decumbens	Pangola grass	2,200
Andropogon caricosum	Local Hay grasses	1,575

Table 2 - Contrasts in dry season productivity - 1976.
B. march 15 - August 29 (167 days)
PPT = 7.97" (202 mm)
Estimated P.E.T. 30" (762)
No fertilizer added

Species	Variety or Line	DM Yield Kg/ha
Pennisetum purpureum	Elephant grass	4,350
Brachiaria decumbens	Signal grass	3,800
Urochloa bolbodes	CPI 47122	3,700
Cenchrus ciliaris	Nunbank Buffel grass	3,500
Panicum maximum	Makueni, Likoni & Uganda	3,335 (3,150 - 3,450)
P. coloratum	Bambatsi	2,650
U. mosambicensis	Sabi grass	2,150
Digitaria spp.	Transvala Digit grass	1,750
Cynodon spp.	Coastal Cross I Bermuda	1,600
Chloris gavana	Florida 161 Rhodes grass	1,400
Digitaria decumbens	Pangola grass	1,200
Local *Andropogon* spp.	Seymour and hay grasses	815 (775 - 850)

Table 3 - Annual DM production october 18, 1975 - october 22, 1976.
Total PPT. 30. 64" (778 mm)
Total added fertilizer : 105 kg/ha nitrogen, 25 kg phosphate & 25 kg potash.

Species	Number of Varieties Lines	Mean DM Yield Kg/ha	Range	Highest/Lowest Variety or Line
Urochloa spp.	2	13,875	(12,150 - 15,600)	H = *U. bolbodes*47122 L = *U. mosambicensis* 6559
Pennisetum purpureum	2	12,950	(10,650 - 15,250)	H = Elephant grass L = Enano grass
Panicum maximum	6	10,440	(6,400 - 14,200)	H = Uganda L = Antigua Guinea
Cenchrus ciliaris	4	10,075	(6,900 - 13,900)	H = Nunbank Buffel L = Local Buffel
C. setigerus	1	10,000		Birdwood grass
Cynodon spp.	5	8760	(8150 - 10,200)	H = C.C. I L = Stargrass I
Local *Andropogon* spp	3	8485	(6950 - 10,550)	H = Seymour grass L = Haygrass II
Digitaria spp.	3	8250	(7100 - 10,100)	H = Transvala L = Slendersterm
Brachiaria spp.	5	7590	(5200 - 12,350)	H = Signal grass L = Tanner grass
Chloris gayana	2	7425	(7150 - 7700)	H = Florida 161 L = Pioneer

Table 4 - Annual DM production march 15, 1976 - April 5, 1977.
Total PPT. 30.77" (780 mm)
Total added fertilizer : 50 kg/ha nitrogen, 25 kg phosphate & 35,4 kg potash.

Species	Number of Varieties Lines	Mean DM Yield kg/ha	Range	Highest/lowest Variety or Line
Pennisetum purpureum	2	9220	(7465 - 10,970)	H = Elephant grass L = Enano Elephant grass
Urochloa spp.	2	8945	(8085 - 9805)	H = *bolbodes* 47122 L = *mosambicensis* 6559
Cenchrus ciliaris	5	8365	(4310 - 11,130)	H = Nunbank Buffel L = Gayndah Buffel
C. setigerus	1	8555		Birdwood grass
Panicum maximum	10	7815	(5430 - 11,070)	H = Uganda L = Antigua Guinea
P. coloratum	3	7710	(4310 - 10,525)	H = Bambatsi L = Kabalabala
Local *Andropogon* spp.	3	6325	(5680 - 6710)	H = Seymour grass L = Haygrass I
Cynodon spp.	5	6230	(5925 - 7120)	H = Seymour grass L = Haygrass I
Brachiaria spp.	5	5490	(2830 - 8970)	H = Signal grass L = Tanner grass
Digitaria spp.	3	5175	(4610 - 5765)	H = Transvala L = Pangola

Table 5 - New Buffel and Guinea grass Lines. DM Production kg/ha. 1976/77.

Species	Variety or Line	DM Yield* Oct. 20 - April 5 2 harvests 167 days	DM Yield** Aug. 29 - April 5 3 harvests 219 days
Cenchrus ciliaris	Biloela	9,435	13,725
	CPI 48218	8,805	13,525
	Tarewinnabar	8,530	13,420
	Q 11086	9,860	13,420
	Q 1224	8,840	13,150
	CPI 22370	10,180	12,910
	American	8,475	11,765
	Q 11014	7,645	11,700
	CPI 29024	7,675	10,975
	Q 10077	8,020	10,720
	W.A.	6,745	9,145
	Y 38	7,715	-
	Y 141	7,680	-
Panicum maximum	Y 73	9,930	-
	Y 107	8,145	-
	Y 116	6,760	-

* RF = 15.60" (396 mm) ; ** RF = 25.06 (636 mm).

Table 6 - Herbage production under drought conditions - 1976 ;
Heavy clay site. 75 days of regrowth.
RF = 2.41" (61 mm)
Estimated PET 14" (362 mm)

Species	Number of Lines Measured	DM Yield kg/ha X	Range	Highest/Lowest Line
S. hamata	34	960	Neg. 1,640	H = BA - 8 & CPI 33205 L = CPI 34148 & M = 2
Teramnus labialis	16	1,060	380 - 1,530	H = B - 1 & 1G - 36 L = SK - 2
T. uncinatus	2	1,245	1,005 - 1,480	H = CPI 40307 L = Florida 1550
S. guyanensis	4	960	765 - 1,145	H = CIAT 18 L = Schofield
Macroptilium atropurpureum	6	2,460	1,910 - 2,975	H = M - 7 L = SK - 8
Glycine withtii	4	2,315	1,795 - 2,735	H = Cooper L = N - 15
Teramnus labialis *Glycine* mixture	1	3,190		
Centrosema virginianum	9		Negligible yield	
C. pubescens	9	1,225	835 - 2,375	H = CIAT 1733 L = D - 1
Clitoria ternatea	6	900	290 - 2,735	H = SV - 10 L = M - 10
Leucaena leucocephala	7	1,405	970 - 1,750	H = SK - 12 L = SV - 4
Galactia spp.	6	975	280 - 1,460	H = Q 6998 & AG - 54 L = AG - 52
Desmodium spp.	5	406	Neg. - 600	H = *Tortuosum* (Barbados) L = *canum* (Barbados)
Alysicarpus vaginalis	4	140	Neg. - 410	H = AG - 76 L = AG - 65 & SK - 27
Macrotyloma axillare	1	2,140	1,825 - 2,460	Archer

Table 7 - Legume recovery growth, 60 days after the third grazing on december 17-21, 1976. Heavy clay (ottos) site. Mainly drought conditions. 0.78" (19.8 mm).

	Number of Lines Measured	Mean Vigour Index 0 - 10	Range	Highest/Lowest Line
S. hamata	34	1.15	Neg. - 4.0	H = AG - 2 L = CPI 34148 BA - I & M - 2
S. guyanensis	2	0.5	-	Schofield & Cook
Teramnus labialis	15	3.6	1.75 - 5.0	H = Semilla negra L = AG - 38
T. labialis + *Glycine withtii*	1	7.0	6.0 - 8.0	Semilla roja + Tinaroo
T. uncinatus	2	2.4	1.75 - 3.0	H = Florida 1550 L = CPT 40307
Glycine wightii	4	5.25	3.0 - 8.0	H = Tinaroo L = Malawi
Macroptilium atropurpureum	6	3.83	3.0 - 4.5	H = M - 7 L = Cu - 4 & 5
Clitoria ternatea	6	1.80	1.0 - 3.0	H = SK - 15 L = AG - 62 & 63
Centrosema verginianum	9	Negligible yield		
C. pubescens	7	1.32	0.5 - 2.0	H = Cu - 4 L = Florida
Centrosema spp.	1	2.25	1.5 - 3.0	CIAT 1733
Leucaena leucocephala	7	4.86	4.0 - 8.0	H = CIAT 871 L = SL - 7, 1G - 57 & AG - 59
Macrotyloma axillare	1	4.0	3.0 - 5.0	Archer
Alysicarpus vaginalis	3	2.60	1.5 - 4.25	H = SK - 27 L = SV - 9
Galactia spp.	3	1.33	0.5 - 3.0	H = Q 9164 L = SK - 9 & AG - 54

Table 8 - Legume Production November 20, 1976 - February 9, 1977.
Fitches (Calcereous) Site. 81 days of regrowth. Growth for the final 6 - 7 weeks under high moisture stress.

Species	Number of Lines Measured	DM Yield kg/ha X	Range	Highest/ Lowest Line
S. hamata	64	605	Neg. - 1,700	H = 1G - 4 L = CIAT 122 & Verano
S. scabra	4	Negligible yield only 34925 surviving		
		" "		Died out
S. guyanensis	9	1,310	900 - 1,800	H = Semilla negra L = AG - 38
T. uncinatus	1	1,000	890 - 1,045	CPI 40307
Glycine wightii	3	1,445	Neg. - 2,400	H = Tinaroo L = Malawi
Macroptilium atropurpureum	4	2,150	1,600 - 2,400	H = Y - 103 L = Y -61
Clitoria ternatea	3	1,470	1,200 - 1,740	H = AG - 62 L = SK - 15
Centrosema virginianum	7	Negligible yield. Nearly all plants dead.		
C. pubescens	5	" " " " " "		
C. elegans	1	1,270	-	Y = 89
Leucaena leucocephala	3	2,770	1,300 - 3,100	H = CIAT 871 L = 7 - 145
Desmanthus depressus	2	190	Neg. - 385	H = Co - 9 L = AG - 67
Desmanthus virgatus	1	1,100	945 - 1,255	Co - 10
Desmodium distorium	3	800	600 - 1,000	H = CIAT 335 L = CF - 5
Galactia spp.	4	460	Neg. - 990	H = Q 9164 L = AG - 54
Macroptilium lathyroi-des	1	Negligible yield. Nearly all plants dead.		

Total rainfall, 4.89" (124 mm) with only 0.95" (24 mm) for the last 8 weeks.

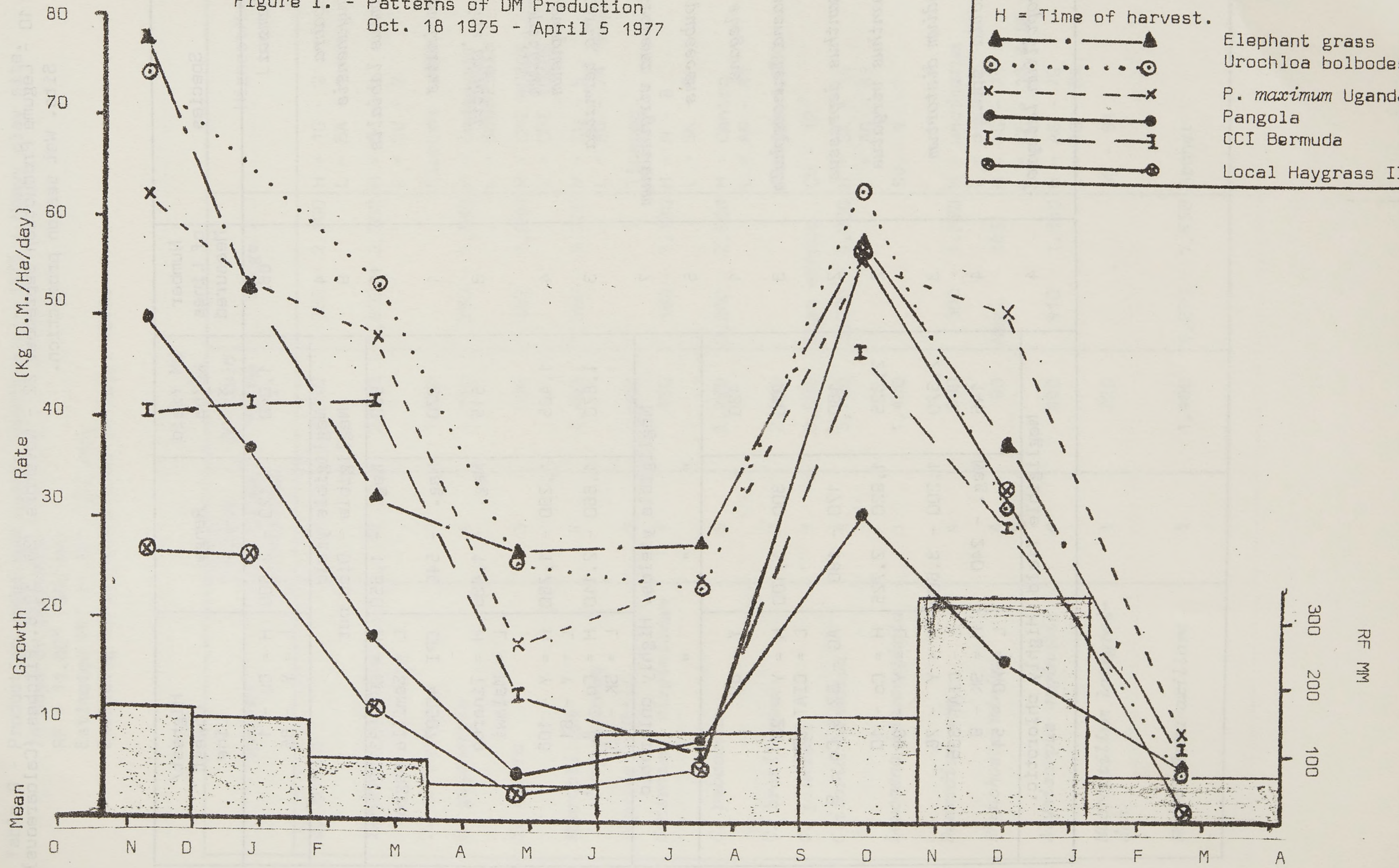
Table 9 - Production under wet season conditions - 1975 : Heavy clay site.
74 days of regrowth.
RF = 11.80" (300 mm)
Estimated PET 11.30" (287 mm)
Excluding lines established in July, 1975.

Species	Number of Lines Measured	DM Yield kg/ha X	Range	Highest/Lowest Line
S. hamata	7	1,550	630 - 2,700	H = 1G - 2 L = BA - 1
Teramnus labialis	12	2,590	1,800 - 3,200	H = M - 1 L = SV - 2
T. uncinatus	1	1,320		Florida 1,550
S. guyanensis	4	1,140	660 - 1,880	H = Endeavour L = Schofield
S. scabra	3	560	320 - 1,040	H = CPI 40205 L = CPI 40289
Macroptilium atropurpureum	6	2,400	1,800 - 3,200	H = CU - 5 L = AG - 74 "Baja"
Glycine wightii	1	2,800		Tinaroo
Centrosema virginiamum	7	450	160 - 1,180	H = M - 6 L = SK - 6
C. pubescens	5	2,280	2,000 - 2,500	H = Centro L = AG - 41
C. brazilianum	1	2,040		Florida 1,238
C. plumieri	1	3,990	Edge effect	Cu - 12
Clitoria ternatoa	4	3,760	3,200 - 4,000	H = SK - 15 L = AG - 63
Leucaena leucocephala	1	1,460		SV - 4
Desmodium spp.	4	630	300 - 1,390	H = *uncinatum* L = *canum* M - 8
Rhynchosia minima	4	90	Neg. - 185	H = AG - 71 L = CF - 13 & SK - 24
Alysicarpus vaginalis	4	880	910 - 1,380	H = AG - 79 L = 1G - 65
Macroptilium lathyroides	1	720		AG - 51
Macrotyloma axillare	1	1,460	1,270 - 1,650	Archer

Table 10 - Legume Production September 22 - Novembre 20, 1976. Fitches (Calcareous) Site. Wet season production.

Species	Number of Lines Measured	DM Yield kg/ha $\bar{x}$	Range	Highest/ Lowest Line
S. hamata	66	1,040	120 - 2,500	H = Cu - 1 L = Y - 85
S. scabra	4	Negligible yield		
S. guyanensis	9	Negligible - Died out		
Teramnus labialis	13	590	Neg. - 1,650	H = CPI 33232 L = Semilla negra
T. uncinatus	1	270	Neg. - 540	CPI 40307
Glycine wightii	3	515	Neg. - 1,435	H = Tinaroo L = Malawi
Macroptilium atropurpueum	4	1,465	1,250 - 1,760	H = Y - 103 L = Y - 61
Clitoria ternatea	3	1,870	1,660 - 2,110	H = Co - 8 L = SK - 15
Centrosema virginianum	7	Negligible yields. Highly chlorotic		
C. pubescens	5	" " " "		
C. elegans	1	430		Y - 89
Leucaena leucocephala	3	770	300 - 1,100	H = Y - 23 L = CIAT 871
Desmanthus depressus	2	180	170 - 190	AG - 67 & Co - 9
Desmanthus virgatus	2	2,325	1,920 - 2,725	H = Co - 10 L = Y - 98
Demodium distortum	3	2,370	1,200 - 3,600	H = Y - 78 L - CIAT 335
Galactia spp.	4	145	Neg. - 240	H = SK - 9 L = AG - 54
Macroptilium lathyroides	4	Negligible Yield. Highly chlorotic.		

Figure I. - Patterns of DM Production
Oct. 18 1975 - April 5 1977



Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 273-282, 1977.

VALEUR ALIMENTAIRE ET INTERET DE TROIS GRAMINEES *"DIGITARIA SWAZILANDENSIS"* *"BRACHIARIA TANNER"* ET *"BRACHIARIA DECUMBENS"* POUR LES ZONES TROPICALES HUMIDES

A XANDE[°] - M. VIVIER[°]

INTRODUCTION

Depuis l'introduction du Pangola *(Digitaria decumbens stent.)* aux Antilles Françaises par H. STEHLE voilà 1/4 de siècle, le développement de la production fourragère s'est fait très progressivement et la recherche de solutions multiples adaptées aux données climatologiques et économiques de chaque micro-climat s'est avérée indispensable au développement des productions animales. En Guadeloupe - Martinique, la contrainte imposée par les faibles surfaces disponibles pour l'élevage à conduit à opter pour l'intensification fourragère (DEGRAS 1968, SALETTE et CHENOST 1970) permettant par le biais de chargements élevés d'augmenter sensiblement le produit animal brut à l'hectare (VICENTE-CHANDLER 1964, CHENOST 1975). En Guyane Française, le problème des surfaces disponibles ne se pose pas dans les mêmes termes, mais le coût d'un hectare récupéré sur la forêt impose la recherche d'un certain niveau d'intensification qui ne devra pas négliger tout au moins dans sa première phase la recherche de performances animales individuelles et par voie de conséquence d'une production fourragère de qualité.

C'est dans cet optique de recherche d'un compromis qualité - quantité qu'à été mise en route au C.R.A.A.G., une étude systématique de la productivité et de la valeur alimentaire de différentes variétés de graminées ; c'est ainsi qu'au Domaine de Duclos en Basse-Terre, Guadeloupe, où la pluviométrie annuelle est de 2.500 à 2.900 m/m et en Guyane où il tombe 3 m d'eau/an, nous avons entrepris l'étude de trois espèces *(Digitaria swazilandensis* - *Brachiaria tanner* et *Brachiaria decumbens)* adaptées aux zones humides et dont l'implantation représente 6 à 700 ha en Guyane.

MATERIEL ET METHODES

Les *Brachiaria tanner* et *Digitaria swazilandensis* ont été étudié en Guyane par voie d'enquête et exploité par pâture, tandis que les *Brachiaria decumbens* et *Digitaria swazilandensis* ont été conduit en Guadeloupe en parcelles expérimentales de 3 x 500 m^2 et exploité par fauche. Les essais multilocaux de la Guyane étalés sur trois années ont permis de définir les potentialités et la valeur fourragère de ces espèces dans les conditions de la pratique. En Guadeloupe, les parcelles exploités à âge constant, selon trois rythmes (28 - 42 - 56 jours) ont reçu une forte fertilisation (2 unités d'azote/jour de végétation). L'exploitation s'est poursuivit sur trois ans durant lesquels le fourrage coupé chaque matin a été distribué à volonté à des moutons adultes créoles maintenus en cage à métabolisme. Au cours des périodes de mesure qui ont duré chacune trois semaines (une de mise en régime, deux de mesure), l'ingestibilité (quantité volontairement ingérée) et la digestibilité des fourrages ont été mesurées.

(°) Station de Recherches Zootechniques, I.N.R.A. - Antilles Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

(°°) Station de Recherches Agricoles de Guyane, I.N.R.A., B.P. 739 97305 Cayenne

Des échantillons homogènes du fourrage récolté et distribué aux animaux ont été constitué en vu de la détermination de la matière sèche, des matières minérales, azotées, des membranes (VAN SOEST 1963, VAN SOEST et WINE 1967). La digestibilité a été estimée par la méthode in vitro de TILLEY et TERRY 1963.

RESULTATS

La répartition des pluies à Duclos nous a permis de grouper globalement nos résultats en fonction d'une saison sèche allant de Février à Juillet et d'une saison humide s'étalant d'Août à Janvier La saison sèche en Guyane correspond grossièrement aux mois de Juillet à Octobre et la saison pluvieuse aux mois de Septembre à Juillet.

1°/ Productivité

Aux stades jeunes (28 - 30 jours) et durant la saison sèche, le *Digitaria swazilandensis* semble plus productif que les *Brachiaria*. Cette différence est faible entre le *Digitaria swazilandensis* et la *Brachiaria decumbens* dans les conditions de la Guadeloupe, elle est est plus accentuée entre le *Digitaria swazilandensis* et le *Brachiaria tanner* dans les conditions de la Guyane. Aux stades plus avancés on a de faibles niveaux de fumure azoté, le *Brachiaria tanner* est plus productif la saison sèche en Guyane, il le demeure durant la saison humide mais les variations apparaissent importantes en fonction du lieu d'implantation. Indépendamment de la saison et du rythme d'exploitation, le *Brachiaria decumbens* apparait comme étant nettement plus productif que le *Digitaria swazilandensis* tout au moins dans nos conditions en Guadeloupe et pour les niveaux fumure utilisés. Les rendements annuels pour les rythmes de 28 - 42 - 56 jours sont de 25 - 23 - 23 et 32 - 37 - 33 tonnes de MS/ha respectivement pour le *Digitaria swazilandensis* et le *Brachiaria decumbens*.

Globalement, la production durant la saison des pluies est plus élevée que celle de la saison sèche. Cette différence est particulièrement nette (environ 50 %) pour le *Brachiaria decumbens* exploité à 42 jours en Guadeloupe et le *Digitaria swazilandensis* exploité à 60 jours en Guyane.

2°/ Composition chimique

La teneur en matière organique du *Brachiaria decumbens* est globalement plus élevée que celle de *Digitaria swazilandensis* (tableau Ia), mais il n'apparait pas de différences significatives entre ce dernier et le *Brachiaria tanner*, par ailleurs, la saison ne modifie pas cette teneur.

La teneur en matière azotée du *Brachiaria tanner* n'ayant reçu aucune fertilisation s'avère particulièrement élevée (11, 9 p. 100) au stade jeune durant la saison sèche, mais elle décroit avec l'âge du fourrage beaucoup plus rapidement que pendant la saison humide. L'amplitude de cette décroissance avec l'âge est moindre chez le *Brachiaria decumbens* recevant une forte fumure mais elle reste plus importante durant la saison sèche que durant la saison humide en particulier lorsqu'on passe du rythme d'exploitation de 28 jours à celui de 42 jours. Ceci ne se retrouve pas avec le *Digitaria swazilandensis* recevant une fumure élevée. D'une manière générale, la teneur en matière azotée est plus élevée durant la saison de faible croissance de la plante, comme l'avait déjà montré CHENOST (1975) sur Pangola.

La teneur en membrane du *Digitaria swazilandensis* et du *Brachiaria decumbens* augmente faiblement avec l'âge et ceci indépendamment de la saison. Pour un âge donné, la teneur en membranes est plus élevée durant la saison pluvieuse, saison de forte croissance, en particulier la teneur en lignine augmente de près de 40 % pour le *Brachiaria decumbens* et de 30 % pour le *Digitaria swazilandensis* les teneurs de ce dernier étant en moyenne plus élevées que celles de *Brachiaria decumbens* (tableauIa).

Ceci s'explique par la plus forte proportion de tige du *Digitaria swazilandensis*, indépendamment de la saison.

3°/ Valeur énergétique

Indépendamment de la saison, le *Brachiaria decumbens* a une valeur énergétique plus élevée que le *Digitaria swazilandensis*, alors que la valeur énergétique estimée par la méthode in vitro apparait plus élevée en Guyane pour le *swazilandensis* que pour le *Brachiaria tanner*.

La digestibilité de la matière organique du *Digitaria swazilandensis* est plus faible durant la saison humide alors que celle du *Brachiaria decumbens* ne semble pas affectée.

Il en ressort que la valeur énergétique exprimée en unités fourragères par kg de MS est plus élevée pour le *Brachiaria decumbens* et diminue moins avec l'âge, en particulier entre 28 et 42 jours, que pour le *Digitaria swazilandensis*. La quantité d'unités fourragères produites à l'hectare est d'environ 60 % plus élevée avec le *Brachiaria decumbens* qu'avec le *Digitaria swazilandensis*. Mais cette différence est essentiellement le fait des fortes productions enregistrées durant la saison pluvieuse.

La digestibilité de la matière azotée est très voisine d'une famille à l'autre pour un âge donné. Elle diminue avec l'âge du fourrage corrélativement à la diminution de la teneur en azote. La production de matières azotées digestibles à l'hectare est plus élevée pour le *Brachiaria decumbens* que pour le *Digitaria swazilandensis* indépendamment de la saison. Les productions annuelles par hectare sont en moyenne pour les fauches à 28 - 42 - 56 jours, de 2470 - 1455 - 1162 et 3155 - 2643 1782 kg pour le *Digitaria swazilandensis* et le *Brachiaria decumbens* respectivement.

Les quantités ingérées exprimées en g de MS/kg $P^{0,75}$ sont reportées au Tableau I b. Elles sont indépendantes de l'âge de coupe pour le *Digitaria swazilandensis* mais diminuent sensiblement à l'âge de 56 jours pour le *Brachiaria decumbens* de façon plus importante durant la saison des pluies que durant la saison sèche. En revanche, les variations dûes à la saison sont du même ordre de grandeur pour les deux fourrages. Les quantités ingérées sont d'environ 8 % plus faibles durant la saison humide que durant la saison sèche. Ce phénomène a déjà été signalé par CHENOST (1975) sur Pangola et est plus lié aux conditions de confort de l'animal qu'aux caractéristiques propres du fourrage.

CONCLUSION

Nos résultats qui ne sont que des résultats partiels d'une expérience en cours de dépouillement ne permettent, certes, pas de tirer des conclusions définitives sur ces trois graminées, et en particulier, le *Brachiaria tanner* examiné seulement dans les conditions de la pratique pour l'instant, devra faire l'objet d'une étude plus approfondie en station, mais ils permettent d'affirmer la plus grande valeur alimentaire du *Brachiaria decumbens* que l'on savait déjà être plus productif que le *swazilandensis* ou le Pangola (TOUVIN - communication personnelle), dans les conditions de forte pluviométrie. De même, le *Brachiaria tanner* dans les conditions de pâture apparait comme ayant une meilleure valeur nutritive que le *Digitaria swazilandensis*. Par contre, ce dernier se comporte mieux durant la saison sèche, surtout aux stades jeunes. Il semble mal résister aux excès d'eau, tout au moins sur des sols peu perméables. Le *Brachiaria decumbens* par son aptitude à la réponse à la fumure et à sa valeur énergétique chutant faiblement avec l'augmentation de l'âge de la repousse apparait convenir particulièrement à une exploitation intensive ou semi-intensive conduite par fauche dans les zones à plus de 2.000 m/m. Son exploitation toutes les six semaines apparait être l'optimum permettant de récolter à la fois les quantités maximum d'une matière

.../...

sèche ayant encore une bonne valeur énergétique. Le déficit le plus important apparait au niveau de la matière azotée digestible.

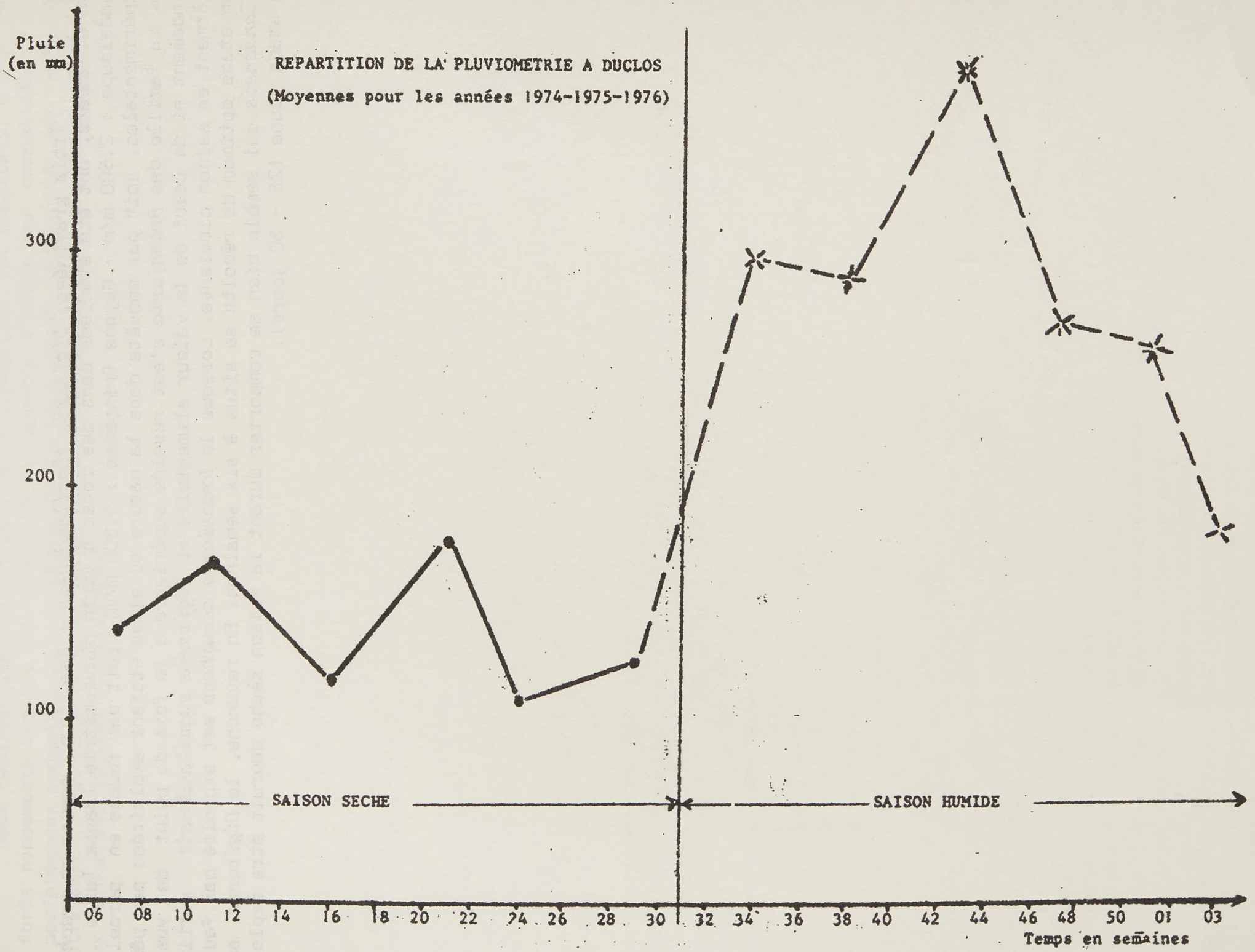
Deux réserves sont toutefois à faire concernant nos résultats, d'une part les forts rendements obtenus ont nécessité des apports d'azote peu compatibles avec des performances modestes, ce qui nécessite une très grande technicité des éleveurs, d'autre part il est nécessaire de tester le *Brachiaria decumbens* en pâture de façon à mieux cerner ses limites d'utilisation.

RESUME

Trois graminées, *Digitaria swazilandensis* - *Brachiaria tanner* et *brachiaria decumbens*, ont été étudiées dans des zones à forte pluviométrie (Basse Terre en Guadeloupe : 2.500 m/m - Guyane française : 3.000 m/m), soit par fauche en parcelles expérimentales, soit par enquête dans la nature où elles étaient exploitées par pâture. La famille des *Brachiaria* s'est révélée supérieure à la fois du point de vue du rendement et de celui de la valeur alimentaire au *Digitaria swazilandensis* particulièrment en saison pluvieuse. Lorsque le *Brachiaria decumbens* est exploité par fauche, son stade optimum de récolte se situe à six semaines. En revanche, le *Digitaria swazilandensis* qui semble bien se comporter durant la saison sèche devrait être exploité au stade jeune (28 - 30 jours).

REPARTITION DE LA PLUVIOMETRIE A DUCLOS

(Moyennes pour les années 1974-1975-1976)



Tonnes MS/ha

BRACHIARIA DECUMBENS

Rendement en fonction de l'âge de coupe et de la saison

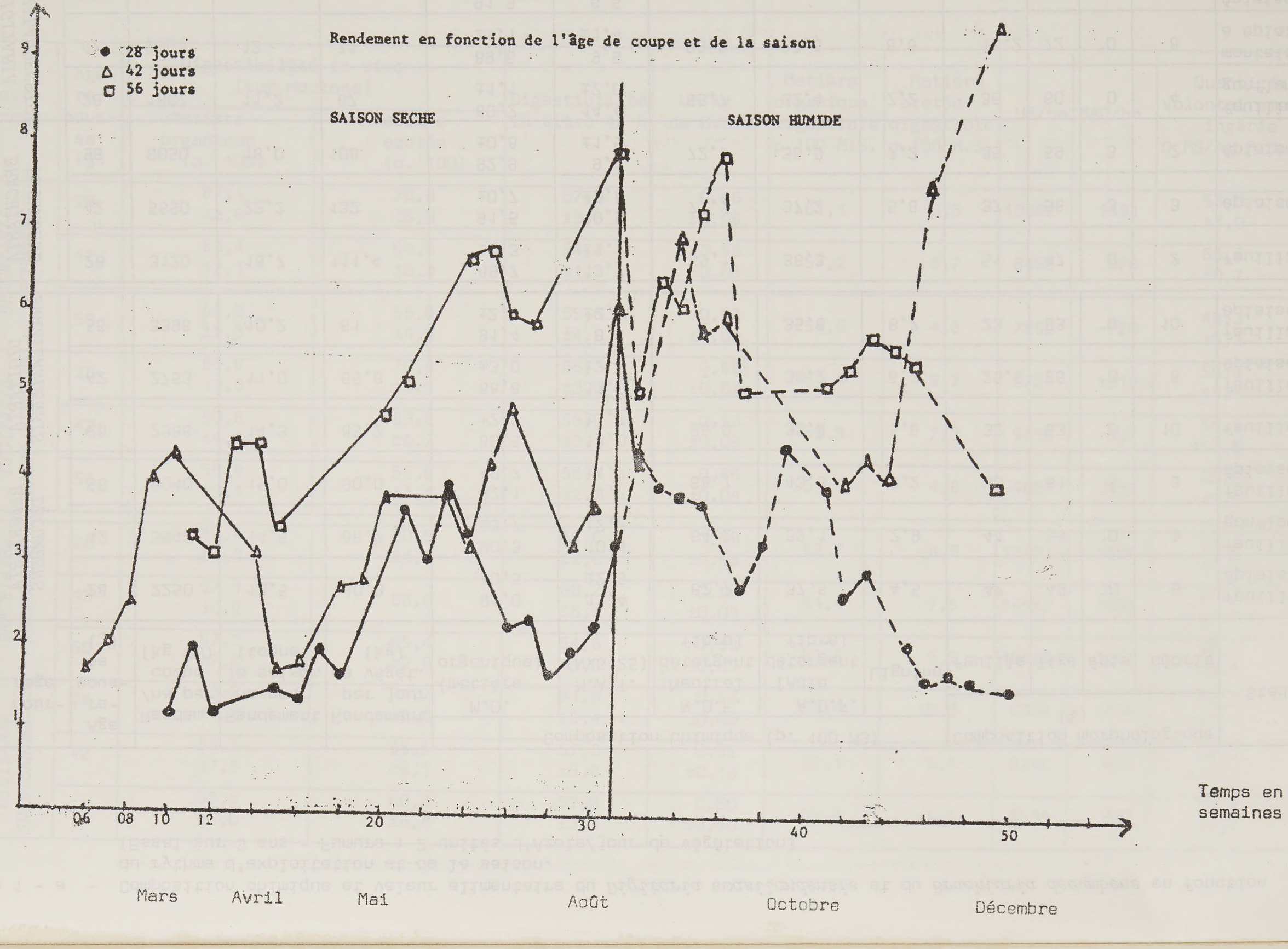


Tableau 1 - a - Composition chimique et valeur alimentaire du *Digitaria swazilandensis* et du *Brachiaria decumbens* en fonction du rythme d'exploitation et de la saison.
(Essai sur 3 ans - Fumure : 2 unités d'Azote/jour de végétation)

Saison	Fourrage	Age repousse (j)	Rendem. /ha par coupe (kg MS)	Rendement /ha pour la saison (tonne)	Rendement par jour de végét. (kg)	Composition chimique (p. 100 MS)					Composition morphologique (%)				Stade
						M.O. (matière organique)	M.A.T. (N×6,25)	N.D.F. (Neutral détergent fibre)	A.D.F. (Acid détergent fibre)	Lignine	feuille	Tige	épis	débris	
SECHE	*BRACHIARIA DECUMBENS*	28	2250	13,5	80,3	91,0 ±0,5	13,4 ±2,5	62,7	37,5	4,5	42	49	~0	5	feuillu à épiaison
		42	3640	14,6	86,7	90,3 ±3,7	10,4 ±2,7	64,2	39,1	2,9	41	55	~0	3	feuillu à gonflem.
		56	5040	15,0	90,0	92,1 ±0,7	8,7 ±1,7	68,7	43,3	6,2	30	61	5	3	feuillu à épiaison
	DIGITARIA SWAZILANDENSIS	28	2386	14,3	85,2	89,5 ±2,9	13,0 ±1,7	65,9	33,9	5,6	32	53	~0	10	feuillu
		42	2763	11,0	65,8	88,8 ±3,0	11,5 ±2,7	-	36,2	6,2	25,5	66	~0	8	feuillu à épiaison
		56	3398	10,2	61	91,4 ±2,3	8,6 ±2,7	-	35,6	6,7	23	63	~0	10	feuillu à épiaison
PLUVIEUSE	*BRACHIARIA DECUMBENS*	28	3120	18,7	111,4	89,7 ±0,3	12,7 ±1,1	69,1	36,3	-	51	47	0	2	feuillu
		42	5550	22,2	132	91,5 ±0,7	10,9 ±2,8	71,2	37,2	5,8	37	56	3	3	épiaison
		56	6050	18,0	108	92,9 ±0,8	9,1 ±1,5	72,5	38,9	7,2	35	59	3	2	épiaison
	DIGITARIA SWAZILANDENSIS	28	1867	11,2	67	89,2 ±1,1	14,4 ±2,0	65,7	32,4	7,2	36	60	0	4	feuillu à gonflem.
		42	3002	12	71	89,6 ±1,1	9,5 ±1,4	69,0	37,8	8,8	18,2	72	~0	8	montais. à épiais.
		56	4399	13,2	78	91,3 ±3,0	8,5 ±2,0	68,2	36,2	8,4	19	70	~0	9	épiaison à gonfl.

Tableau 1 - b

Saison	Fourrage	Age repousse (j)	Digestibilité in vivo (sur moutons)		Digestibilité in vitro 48 h	UF/kg de M.S.	Matière organique digestible p.100 M.S.	Matière azotée digestible p.100 M.S.	UF/ha	MAD/ha	Quantité volontairement ingérée G MS/kg P 0,75
			Matière organique (p. 100)	Matière azotée (p. 100)							
SECHE	*BRACHIARIA DECUMBENS*	28	67,1 ±3,6	70,8 ±6,0	67,0 ±3,6	0,66 ±0,06	61,1	9,5	10362	1491	58,0 ±7,0
		42	63,4 ±2,1	64,5 ±3,3	64,7 ±1,9	0,58 ±0,05	57,2	6,7	8468	978	55,9 ±0,7
		56	59,3 ±2,3	55,6 ±4,0	55,6 ±4,0	0,53 ±0,03	54,6	4,8	7950	720	49,3 ±6,3
	DIGITARIA SWAZILANDENSIS	28	68,6 ±3,8	70,8 ±3,1	65,3 ±3,0	0,68 ±0,07	61,4	9,2	9724	1316	59,9 ±9,6
		42	60,8 ±4,4	63,6 ±8,7	56,9 ±3,1	0,53 ±0,09	53,9	7,3	5856	807	58,1 ±13,6
		56	56,8 ±2,1	55,6 ±4,1	55,2 ±2,7	0,46 ±0,04	51,9	4,8	4687	489	60,3 ±7,1
PLUVIEUSE	*BRACHIAIRA DECUMBENS*	28	69,4 ±2,3	70,5 ±4,4	65,0 ±2,6	0,69 ±0,05	62,2	8,9	12903	1664	51,6 ±7,6
		42	67,1 ±0,6	68,6	60,7 ±5,5	0,66 ±0,01	61,4	7,5	14652	1665	54,1 ±2,7
		56	67,2 ±7,8	65,4 ±2,9	54,6 ±3,6	0,58 ±0,05	62,4	5,9	10440	1062	42,7 ±6,6
	DIGITARIA SWAZILANDENSIS	28	63,2 ±4,2	71,7 ±6,6	61,9 ±5,4	0,57 ±0,09	56,4	10,3	6384	1154	53,7 ±8,1
		42	58,2 ±7,5	56,5 ±6,1	57,3 ±5,8	0,52 ±0,18	52,1	5,4	6240	648	55,1 ±10,7
		56	58,5 ±5,0	60,2 ±8,8	52,9 ±3,3	0,50 ±0,10	53,4	5,1	6595	673	55,5 ±4,5

Tableau 2 - Estimation de la valeur fourragère du *Brachiaria swazilandensis* et du *Brachiaria tanner* dans les conditions de la pratique.

	Conditions expérimentales	Lieu d'implantation	Age (jours)	SAISON	Unité d'Azote par jour de végétation	Rendement /coupe (kg)	Rendement par jour de végétation (kg)	Matière Organique p. 100 de la matière sèche	Matière Azotée p. 100 de la matière sèche	Digestib. in vitro 48 h
DIGITARIA SWAZILANDENSIS	Conditions de la pratique	Matoury	28		1	1054	37,6	95	12	59,0
			42		1	1818	43,3	96	10	56,1
			56		1	1992	35,6	96	10	52
		Cayenne-St-Laurent Rythme d'utilisation sur les animaux		SECHE	0	-	-	92,4	5,3	47,3
				PLUVIEUSE	0	-	-	90,9	8,3	50,1
BRACHIARIA TANNER	Conditions de la pratique	Ile de Cayenne	20	SECHE	0	-	-	90,9	11,9	50,1
			30		0	-	-	92,2	7,4	64,0
			40-50		0	-	-	92,8	6,6	57,6
			20	PLUVIEUSE	0	-	-	92,2	8,7	64,1
			30		0	-	-	92,3	8,1	61,5
			40-50		0	-	-	93,1	7,6	55,3

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 283-290, 1977.

LES SORGHOS FOURRAGERS DE TYPE HYBRIDE (SORGHO X SUDAN-GRASS) : UN MOYEN D'INTENSIFICATION DES PRODUCTIONS BOVINES

Y. DUMAS(°) - M. VIVIER(°°) - J. GRANIER(°°°)

INTRODUCTION

L'élevage bovin dans le contexte socio-économique des Antilles Françaises ne peut s'imaginer (à côté des régions de savane sous sols squelettiques) que sous une forme intensive du fait de l'étroitesse du territoire, de la densité de population et de la compétition entre les productions végétales destinées à l'exportation ou à l'alimentation locale.

Par ailleurs, les zones dévolues à l'élevage se trouvent situées en règle générale dans les régions à alternance climatique marquée où la saison sèche risque chaque année de remettre en cause les efforts de productivité des éleveurs.

Il est apparu nécessaire de compléter la gamme fourragère existante (*Digitaria decumbens*, *Penisetum pupureum*, *Panicum maximum*) par une culture d'implantation facile (semis) souple d'utilisation (pâturage, affouragement en vert, ensilage) susceptible de valoriser l'irrigation et capable de rendement important et d'une valeur alimentaire satisfaisante. Le choix s'est porté sur les hybrides de Sorgho X Sudan-Grass de type SX 11, largement étudiés à travers le monde, dans diverses régions écologiques (HUGUES 1967, ADEMOSUM et al., 1968 TOKO AII 1975. etc...) et dont les caractéristiques correspondent assez bien aux impératifs locaux.

I - PRODUCTION DE MATIERE SECHE

Les travaux présentés dans ce qui suit ont été réalisés dans le cadre de la Station d'Essais de Cultures Irriguées à Ste Anne en Martinique. Cette Station est située dans une zone à vertisols de profondeur très variable sous un climat tropical à saison sèche très marquée : le déficit hydrique y est important pendant presque toute l'année (il peut au total souvent dépasser 1000 mm).

Le comportement du Sorgho fourrager hybride Sorgho X Sudan-Grass de type SX 11 y a été étudié en culture sèche et en culture irriguée à satisfaction des besoins en eau, avec différentes dates de semis et en l'exploitant à différents stades.

1°/ Rôle de l'irrigation sur la production de matière sèche

L'irrigation, qui doit être normalement conduite à 0,7 ETP jusqu'à tallage et à ETP au cours du tallage et de la montaison, entraine une forte augmentation de la production de matière sèche : d'une manière générale, cette production est doublée sur une période d'un an par exemple (tableaux 1 et 2) cet accroissement est dû en particulier à une augmentation du nombre de tiges par unité de surface (tallage) et à une plus grande vitesse de croissance de la tige.

(°) Station d'Agronomie, Centre de Recherches Agronomiques d'Avignon
Domaine Saint-Paul - 84140 MONFAVET

(°°) INRA - Antenne de Guyane B.P. 739 - 97305 CAYENNE

(°°°) C.T.E.G.R.E.F. - B.P. 92 - 13603 AIX-EN-PROVENCE

L'irrigation a un deuxième rôle avantageux, celui évidemment de régulariser la production au cours de l'année : les écarts entre saisons, de la production de matière sèche, exprimée par commodité en kg/ha/jour, sont nettement plus faibles qu'en conditions naturelles ce qui permet une conduite plus aisée du troupeau. A noter que, malgré tout des écarts de production notables existent en culture irriguée (la croissance est liée directement à la longueur du jour) et que ces écarts se réduisent quand les exploitations se font régulièrement à stade plus tardif.

Le tableau 2 montre enfin que l'irrigation, pour un même stade de récolte permet une plus grande longévité du peuplement végétal : au delà d'un an les parcelles en conditions naturelles ne peuvent plus être conservées alors que les parcelles irriguées ont une aptitude à produire encore importante bien que réduite par rapport aux 6 premiers mois ; à ce niveau c'est le calcul économique qui permettra de fixer le moment où les peuplements végétaux doivent être renouvelés.

2°/ Rôle du rythme de récolte sur la production de matière sèche

Que ce soit en culture irriguée ou en conditions naturelles, l'espacement des exploitations entraîne une augmentation de production de matière sèche sur une même période de temps (tableau n° 1). La longévité est également augmentée dans le cas d'exploitations tardives : en effet dans ce cas les souches sont plus vigoureuses, leur nombre diminue moins vite au fur et à mesure des coupes, la colonisation du sol par les racines est mieux assurée. On réalise toujours une meilleure implantation en laissant le peuplement végétal issu des graines atteindre le stade épiaison ; l'enracinement est meilleure et la plupart des adventices sont étouffées par la végétation très couvrante.

En culture irriguée une exploitation au stade gonglement début de l'épiaison donne une production annuelle de matière sèche 30 % plus élevée qu'une exploitau stade 90-100 cm de hauteur à la dernière ligule visible. En revanche il y a peu d'écart de production entre le stade gonflement et le stade pleine épiaison ou formation de grain.

3°/ Influence de la date de semis sur la production de matière sèche.

Un lien existe entre ces deux paramètres dans la mesure où l'état du peuplement végétal (densité et vigueur) peut être influencé par les conditions d'implantation, c'est à dire surtout l'état de préparation du sol.

Le tableau n° 2 permet de constater qu'au moins parmi les parcelles irriguées la productivité est la meilleure pour le semis d'août et la plus mauvaise pour le semis de novembre. De plus pour le premier la productivité s'est maintenue à un niveau élevé pendant les 12 premiers mois alors que pour le second elle était beaucoup plus basse au démarrage. Les nombres de pieds et de tiges au m^2 sont responsables de ces résultats : plus réduits pour le semis de novembre où le sol n'a pu être bien préparé à cause de l'humidité, ceci entrainant de plus mauvaise germination et implantation des racines ; plus élevés pour le semis d'août où la fin de saison sèche facilite la fabrication d'un profil de sol favorable.

Pour les cultures non irriguées les résultats s'expriment dans le même sens (à noter que pour les semis de saison sèche une irrigation d'appoint est nécessaire pour l'installation). De plus, dans ce cas, l'équilibre des productions de 0 à 6 mois et de 6 à 12 mois reflètent les types de saison que la plante rencontre suivant la date de semis.

4°/ Composition minérale - Exportation des principaux éléments minéraux.

Pour un même stade de récolte les teneurs en éléments minéraux sont assez variables au cours de l'année, en particulier pour l'azote et la potasse. En général les plus fortes teneurs correspondent aux saisons de plus faible croissance. A stade

de récolte égal, l'irrigation ne modifie pas sensiblement les teneurs en azote total (analyse Kjeldahl) de la plante entière. Il en est sensiblement de même pour les teneurs en phosphore, calcium et magnésium. Par contre, au moins dans les stades assez jeunes de la plante, l'éventail des teneurs en potasse s'élargit vers les fortes valeurs en culture irriguée.

Le stade de récolte a une influence déterminante sur la composition minérale, les teneurs diminuant quand la durée de la croissance de la plante augmente. En particulier pour l'azote on assiste à une chute rapide de la teneur de la plante entière à partir de l'épiaison.

Etant donné l'augmentation de production de matière sèche, les exportations minérales en culture irriguée sont importantes. Ainsi au stade gonflement un Sorgho fourrager irrigué exportera par tonne de matière sèche produite, entre 10 et 15 kilogrammes de potasse, pour une production de 40 T. MS/ha/an on peut exporter de la parcelle : 500 kg N, 100 kg P, 600 kg K. La fertilisation devra compenser ces exportations en veillant à fractionner à chaque coupe les apports d'azote et de même de potasse qui, apportée trop massivement, entraine des consommations de luxe par la plante.

II - VALEUR FOURRAGERE ET PRODUCTION BOVINE

Le problème que doit résoudre la Zootechnicien dans le cas présent est triple :

1) mesurer l'influence de l'irrigation sur la valeur du fourrage.
2) définir un stade de récolte permettant un compromis optimum rendement-qualité.
3) juger des performances zootechniques du nouveau fourrage par rapport aux espèces déjà cultivées et de ce fait bien connues.

- La réponse aux points (1) et (2) peut être apportée par des tests de laboratoire : digestibilité in vitro (Div. 48 h) et matière azotée totale (MAT = N x 6,25) - Tableau 4.

- Les résultats obtenus montrent que l'irrigation n'affecte ni la digestibilité ni la teneur en azote. Par contre la teneur relative en MS des Sorghos irrigués est inférieure de 4 à 5 points pour les stades "45-50" et "90-100". Les paramètres caractérisant la valeur fourragère (Div. 48 h et MAT) s'infléchissent sensiblement après l'épiaison ; la récolte en stade "gonflement-début épiaison" apparaît de ce fait le meilleur compromis "qualité-rendement" que confirment les résultats suivants :

- sorgho irrigué (moyenne sur 7 cycles) Div. 60,8 ± 5,7
  MAT 7,8 ± 1,9
- sorgho non irrigué (moyenne sur 7 cycles) Div. 62,9 ± 5,0
  MAT 8,4 ± 2,5

- juger des performances Zootechniques d'un fourrage revient à en exprimer le rendement, non plus en MS, mais sous forme de productions animales réelles, c'est à dire journées de paturages et productivité laitière. Les rendements annuels du Sorgho SX II atteignent 800 à 1000 journées et 8000 à 9000 L. de lait/hectare (Tableau 5). La comparaison avec les résultats obtenus avec les *Digitaria decumbens* et *Penisetum purpureum* met en évidence l'intérêt de ces performances.

Tableau 1 - Influence du rythme de coupe sur la production de matière sèche (en t/ha) avec ou sans irrigation.

Rythme de coupe (stade)	Régime hydrique	Nb. de coupes	Nb. de jours	M.S. t/ha	M.S. t/ha pour 365 jours	M.S. kg/ha/jour - moyenne - extrèmes
Coupe à 40 - 50 cm H.d.L. (1)	non irrigué	7	354	12,3	12,7	35 12 - 75
	irrigué E T P	12	361	21,6	21,8	60 32 - 90
Coupe à 90 - 100 cm H.d.L. (1)	non irrigué	7	347	14,4	15,1	41 9 - 118
	irrigué E T P	10	371	24,1	23,7	65 41 - 85
Coupe à pleine épiaison	non irrigué	6	358	24,1	24,1	66 10 - 128
	irrigué E T P	7	446	62,7	51,3	141 113 - 190

(1) H.d.L. = hauteur à la dernière ligule visible

Remarque : Fertilisation azotée
Stade 40 - 50 cm H.d.L. : 50 kg N/ha/coupe
Stade 90 - 100 cm H.d.L. : 75 kg N/ha/coupe
Stade pleine épiaison : 100 kg N/ha/coupe

Tableau 2 - Influence de la date de semis et de l'irrigation sur la longévité de la plantation et sa productivité (Résultats en Tonnes/ha pour des coupes successives au stade gonflement).

		0-6 mois	6-12 mois	12-18 mois	Total 0-12 mois
Semis de Février (début de saison sèche)	non irrigué	13,8	11,2	0,8	25,0
	irrigué ETP	30,1	24,0	17,3	54,1
Semis d'Avril (milieu de saison sèche	non irrigué	17,2	10,4	0,0	27,6
	irrigué ETP	31,8	23,7	17,1	55,5
Semis d'Août (fin de saison sèche)	non irrigué	24,5	3,9	6,0	28,4
	irrigué ETP	30,1	29,0	16,5	59,1
Semis de Novembre (saison des pluies)	non irrigué	14,8	2,3	0,0	17,1
	irrigué ETP	23,4	25,6	15,4	49,0

Tableau 3 - Composition minérale en fonction du stade de récolte, avec ou sang irrigation (valeurs extrèmes des teneurs obtenues, exprimées en g. pour 100g. de matière sèche)

Stade	Régime hydrique	N	P	K	Ca	Mg
40-50 cm HdL	non irrigué	1,0 - 1,7	0,20 - 0,35	1,5 - 2,2	0,30 - 0,50	0,30 - 0,50
	irrig. ETP	1,1 - 2,3	0,25 - 0,40	1,5 - 3,4	0,35 - 0,50	0,40 - 0,50
90 - 100 cm HdL	non irrigué	1,1 - 1,9	0,20 - 0,35	1,5 - 2,5	0,30 - 0,50	0,40 - 0,50
	irrig. ETP	1,1 - 1,6	0,25 - 0,35	1,5 - 3,2	0,30 - 0,40	0,35 - 0,45
pleine épiaison	non irrigué	0,8 - 1,0	0,15 - 0,25	0,8 - 2,0	0,20 - 0,35	0,25 - 0,35
	irrig. ETP	0,5 - 1,0	0,15 - 0,25	1,0 - 2,0	0,20 - 0,30	0,25 - 0,35

Tableau 4 - Valeur fourragère du Sorgho irrigué et non irrigué suivant 3 stades de récoltes
H.d.L. = 45 - 50 H.d.L. = 90 - 100 - Epiaison

Traitement	non irrigué	irrigué	non irrigué	irrigué	non irrigué	irrigué
Stade	H.d.L. = 45 - 50	H.d.L. = 45 - 50	H.d.L. = 90-100	H.d.L. = 90 - 100	Epiaison	Epiaison
Nombre échantillons	9	13	9	13	8	10
Age en jours	48,3 ± 15,9	32,3 ± 7,7	48,5 ± 11,8	38,0 ± 4,0	64,5 ± 15,5	68,7 ± 12,8
M S %	23,9 ± 7,9	18,8 ± 4,7	23,5 ± 6,6	17,7 ± 3,2	29,7 ± 6,7	30,4 ± 3,4
Div. 48 h	62,3 ± 3,7	62,2 ± 3,3	59,6 ± 5,6	59,7 ± 5,6	54,3 ± 3,0	54,2 ± 4,4
MAT	8,1 ± 2,1	10,5 ± 3,9	9,37 ± 2,3	8,3 ± 1,2	5,6 ± 0,3	4,8 ± 1,5
Cendres	8,9 ± 1,3	10,2 ± 2,0	9,1 ± 1,8	9,0 ± 1,6	7,1 ± 0,6	7,5 ± 1,0

Tableau 5 - Comparaison des productions Zootechniques (exprimées en journées de pâturage et production laitière) du Sorgho fourrager Sudax S x 11 comparé à *Digitaria Decumbens* et *Penisetum purpureum*
(d'après VIVIER 1976)

	Journées de pâturage	Indice	Production laitière (1)	Indice
Sorgho Sudax SX 11	791 710 à 840	123	8.541 7832 - 9625	126
Digitaria Decumbens	644 331 à 816	100	6.787 3975 - 8900	100
Penisetum purpureum	689 608 à 751	107	6.667 5472 - 8394	98

(1) inclus 0,300 gr d'aliment concentré à 18 % distribué par litre de lait produit quelque soit le fourrage considéré.

CONCLUSION

Sous climat à très forts déficits en eau, l'irrigation du Sorgho X Sudan permet de doubler la production de matière sèche, sur un an, par rapport aux conditions naturelles, de régulariser cette production et d'augmenter la longévité de la plantation. Par contre l'irrigation n'influe pas sur la qualité ; comme celle-ci chute rapidement au cours de l'épiaison, stade où le gain en matière sèche est faible, le meilleur compromis d'exploitation consistera à récolter la plante au stade gonflement tout début épiaison.

Par sa croissance rapide le Sorgho fourrager est particulièrement interessant, soit pour l'ensilage pendant la saison des pluies offrant généralement des excédents de fourrage, soit en saison sèche si l'on peut irriguer. Il apparaît comme un moyen efficace d'intensifier les productions bovines en climat tropical en permettant d'améliorer le niveau et la régularité de l'alimentation du troupeau.

Signalons également, que toute chose étant égale par ailleurs, le Sorgho fourrager de type Sudax SX 11 permet des productions (lait) sensiblement supérieures à celles des autres espèces (*Digitaria decumbens* et *Pennisetum purpureun*) cultivées en comparaison. Il y a lieu de trouver, en fonction du climat en particulier, un système de production combinant le Sorgho à d'autres ressources fourragères et permettant un coût global minimum de la production bovine annuelle.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HUGUES (P.), 1967. - Les Sorghos fourragers. Fourrages ed.

ADEMOSUM (A.A.) et al., 1968. - Evaluation of a Sorhum-Sudan-grass hybride at varying stages of maturity on the basis of intake. Digestibility and Chemical composition. J. An. Sc. 27, (3), p. 818-23.

TOKOMISU AII, 1975. - Studies on the feeding value of forrage Sorghum for dairy cow. Bull. of the Kyushu agr. Exp. Stat. vol. XVIII, 315-318.

Direction Départementale de l'Agriculture.- Département de la Martinique, Station d'Essais en Cultures Irriguées de Ste Anne. 3 rapports : résultats des essais de 1974, 1975, 1976 - 1 rapport bilan 1973-1976.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 291-302, 1977.

LES DECHETS DE BANANE DANS L'ALIMENTATION DES CAPRINS LAITIERS EN ZONE TROPICALE HUMIDE

F. GEOFFROY(°)

La production bananière occupe une part importante de l'économie de nombreux pays de la Caraïbe et d'une façon plus générale de la ceinture tropicale. Elle représente également l'une des principales ressources de devises de ces pays. Mais, les exportations sont soumises à de nombreux al éas : qualité des fruits et capacité d'absorption des marchés extérieurs. Ces deux facteurs ont un retentissement économique très important ; le premier par le choix des fruits qu'il impose, le second en limitant le volume des exportations. Ainsi, SPIRO (1973) rapporte qu'en Equateur, sur une production totale de 3.000 000 tonnes, 35 % environ sont exportés, 10 % consommés localement et le reste a été, en fait, perdu puisque non utilisé.

L'incorporation de ces déchets, fruits non exportables et non exportés, dans l'alimentation animale en particulier, présente donc un intérêt économique certain, en :

- apportant une plus value à la culture bananière : la totalité de la production serait en effet valorisée par l'exportation et l'utilisation locale en alimentation humaine et animale.

- limitant les importations d'aliment destiné au bétail. L' amélioration des productions animales en zone tropicale humide butte souvent sur des problèmes de nutrition. En effet, les potentialités fourragères de ces zones sont très élevées, (VINCENTE-CHANDLER et al. 1964 ; SALETTE 1970), par contre, la valeur alimentaire des fourrages produits reste médiocre (MINSON 1970 ; CHENOST 1973) et implique une complémentation énergétique et azotée importante (CHENOST 1974, VIVIER et al. 1975) souvent incompatible avec les conditions économiques locales. L'utilisation préférentielle dans les rations de produits locaux et en particulier des déchets de banane en lieu et place des produits importés (céréales) est donc économiquement importante.

Aussi, nous nous proposons de présenter les principaux résultats des travaux effectués aux Antilles Françaises sur l'utilisation des déchets de banane tant pour la production laitière que pour la production de viande.

COMPOSITION CHIMIQUE ET CONSERVATION DE LA BANANE

La composition chimique du produit frait ou conservé dépend du degré de maturité du fruit (tableau I), le mûrissement entraîne une profonde modification de la fraction glucidique.

La teneur en matière sèche de la banane est d'environ 20 à 22 % ; elle se caractérise par un taux de glucide élevé (70 à 80 % de la matière sèche) et une faible teneur en azote (N x 6,25 = 5,8 % de la matière sèche).

De par sa teneur élevée en glucides, la banane s'ensile aisément, sans conservateur. Le fruit vert doit cependant être haché afin de permettre un tassement correct de la masse. Le fruit mûr peut également être ensilé, le niveau des pertes est alors très élevé (30 à 25 % de la matière sèche) ce qui en condamne la pratique.

(°) Station de Recherches Zootechniques, I.N.R.A. - Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 PETIT-BOURG (Guadeloupe) F.W.I.

La conservation modifie peu les caractéristiques du produit et les pertes en amidon n'exèdent pas 5 à 6 %.

UTILISATION POUR LA PRODUCTION LAITIERE

Conformément au but économique que nous nous étions fixé, nous avons étudié d'une part l'influence de la forme de présentation de la banane (farine de banane déshydratée, banane verte ensilée) et d'autre part l'influence de la nature de la complémentation azotée (tourteau, tourteau-urée) sur les quantités ingérées et la production laitière de chèvres de race Alpine. Les principaux résultats sont les suivants :

1°/ Influence de la forme de présentation de la banane (tableau II)

Avec les régimes à base de banane, quelle qu'en soit la forme de présentation, les quantités totales de matière sèche ingérées (3 à 4,0 kg par 100 kg de poids vif) sont plus importantes qu'avec les régimes témoins comportant des céréales (2,4 à 3,2 kg par 100 kg de poids vif).

La production laitière est significativement plus élevée et la qualité du lait pas ou peu modifié.

La forme de présentation de la banane n'a pas une influence très marquée sur le niveau de production. Elle modifie par contre profondément les coefficients de persistance moyens (coefficient mensuel) et l'efficacité de la ration, exprimée en matière sèche ingérée par kg de lait produit. Ils sont significativement plus élevés avec les régimes banane verte fraîche et banane verte ensilée qu'avec le régime "farine de banane" avec lequel on observe, d'autre part, une diminution du poids vif des animaux. L'efficacité des rations à base de fruits verts frais ou verts ensilés n'est pas significativement différente.

La banane, quelle que soit sa forme de présentation, peut donc se substituer en totalité aux céréales d'une ration sans perturber quantitativement et qualitativement la production. En tout état de cause, l'utilisation du fruit vert frais ou ensilé est préférable (et surtout moins onéreuse) à celle du produit déshydraté et broyé.

2°/ Influence de la nature de la complémentation azotée (tableau III)

Que la banane soit verte fraîche ou verte ensilée, les quantités totales de matière sèche ingérées seront plus élevées avec des régimes complémentés par le tourteau de Soja plutot qu'avec de l'urée. La diminution des quantités d'aliment complémentaire distribué n'étant pas compensée intégralement par l'augmentation des quantités de fourrage ingérées.

La production laitière diffère significativement avec les régimes complémentés par le tourteau de Soja par rapport au mélange de tourteau et d'urée. L'action dépressive de l'urée sur la production est d'autant plus marquée que le taux d'azote non protéique dans la ration, augmente.

L'efficacité des rations complémentées par le tourteau et le mélange tourteau-urée ne semble pas significativement différente. Apparamment donc, il ne semble pas qu'avec la banane verte fraîche ou ensilée, l'utilisation d'azote non protéique soit à conseiller, elle peut cependant devenir économiquement valable lorsque la conjoncture est défavorable à l'utilisation d'azote protéique noble (tourteau).

3°/ Estimation de la valeur énergétique de la banane pour la production laitière

Partant de l'équation de régression :

$$Y\ (UF) = 0{,}314514 + 0{,}00212\ x_1 + 0{,}00433\ x_2$$

déterminée au cours d'une étude précédente (GEOFFROY résultats non publiés) permettant en fonction du poids de l'animal (x_1 en kg) et de la production laitière x_2 en g) d'estimer la quantité totale d'énergie ingérée (Y en UF), nous avons pu calculer la valeur énergétique de la banane en considérant que l'énergie nette totale ingérée était la résultante de l'énergie nette contenue dans chacun des éléments de la ration.

L'analyse globale des résultats donne pour la banane une valeur énergétique moyenne de 0,92 UF par kg de matière sèche.

4°/ Intérêt économique

Le tableau IV, donne à titre de comparaison, le coût de la complémentation de la ration de base (fourrage) pour la production laitière de 100 kg de lait à partir d'un régime classique (fourrage + concentré céréales) et d'un "régime banane".

Les prix utilisés dans le calcul correspondent aux prix moyens des aliments pratiqués aux Antilles Françaises.

L'utilisation de la banane en lieu et place de céréales diminue le coût de la complémentation de 37,7 % ce qui sur le plan économique est donc loin d'être négligeable.

UTILISATION POUR LA PRODUCTION DE VIANDE

La viande de chèvre ("cabri") très recherchée sur le marché local est essentiellement et traditionnellement une viande "mûre". La production du chevreau de lait de 100 jours étant de ce fait exclu. Nous nous sommes orientés vers une production d'animaux plus âgés, comparable dans son principe au Baby bref. Cette production de type intensif fait appel à des rations hautement énergétiques dans lesquelles l'utilisation de la banane semble donc toute indiquée.

Des différents essais réalisés, il resso rt que la banane verte fraîche ou ensilée peut se substiquer à 50 % d'un aliment concentré classique à base de céréales (78 %) sans que la croissance des animaux en soit affectée (tableau V essai I) mais que si l'on diminue la concentration énergétique du concentré (essai II, le concentré ne contient plus que 50 % de céréales) on observe une réduction importante des performances, malgré une augmentation des quantités de banane ingérées.

Les résultats obtenus sont prometteurs, mais il est indispensable de définir plus précisément les limites d'utilisation de la banane en fonction de l'âge de l'animal et du type de production recherchée.

UTILISATION COMME ELEMENT DE BASE D'UNE RATION COMPLETE POUR LA PRODUCTION LAITIERE ET POUR LA PRODUCTION DE VIANDE

Devant les problèmes que pouvait poser le rationnement des animaux avec de tels régimes, nous avons envisagé (GEOFFROY, CHENOST et al 1976) de constituer une ration complète en ajoutant à la banane au moment de l'ensilage les divers éléments de la ration (fraction membranaire, complément énergétique et ou azoté).

Ces différentes rations ont été testées sur des chèvres laitières et des animaux en croissance.

1°/ Sur chèvres laitières

La ration comportait de la banane verte (81,3 %) du son de blé (11,4 %) de la bagasse (6,5 %) et de l'urée (0,8 %). Elle était offerte *ad. libitum* seule ou avec adjonction de 5 % de mélasse (par rapport au poids frais).

L'évolution de la production laitière (fig. 1) fait apparaître l'insuffisance de la concentration énergétique de la ration présentée seule mais que compense l'augmentation très importante (30 à 40 % du niveau d'ingestion lorsqu'elle est offerte avec la mélasse.

2°/ Sur les animaux en croissance

Différentes rations ont été testé avec plus ou moins de succès (tableau VI). Les résultats obtenus conduisent à formuler la même remarque que précédemment à savoir que pour maintenir les performances individuelles à un niveau moyen normal, il est indispensable d'augmenter la concentration énergétique de la ration.

Notons en outre qu'au cours de l'essai II certains animaux (2 par lots environ) ont présenté des troubles urinaires importants (lithiase) entrainant le blocage complet de l'appareil excréteur, sans qu'on puisse en définir la cause exacte.

L'intérêt de ce type de ration est certain, mais des études complémentaires, visant à définir les proportions relatives des divers éléments de la ration en fonction de la spéculation choisie, devront être entreprises.

CONCLUSION

Au vue de ces divers résultats, nous pouvons donc affirmer que l'utilisation de la banane dans l'alimentation des ruminants, tant pour la production laitière que pour la production de viande, est possible et économiquement intéressante.

Outre le fait d'apporter une plus value à la culture bananière, l'utilisation des fruits et autres sous-produits de cette culture, tels que les feuilles et stipes du bananier, représentant une ressource fourragère très importante qui ouvre la voie au développement de l'élevage dans les zones d'où il était pratiquement exclu jusqu'alors.

Tableau I - Composition des déchets de banane verte et mure et des produits conservés.
(d'après LE DIVIDICH, SEVE, GEOFFROY, 1976)

Teneur en MS.	Banane verte		Banane mûre	
	Fraîche	Ensilée	Fraîche	Ensilée
	21,2	29,0	21,7	23,5
COMPOSITION CHIMIQUE EN P.100 MS.				
Cellulose brute	3,7	5,3	3,8	6,1
Matières azotées totales	6,4	3,8	5,3	8,1
Sucres solubles	1,8	0	73,6	17,3
Amidon	72,3	70,9	3,4	6,8
Cendres	4,6	3,8	5,2	5,7
pH	-	4,2	-	3,8
Ac. lactique (g% MS.)	-	5,3	-	10,1
Acides Volatiles Totaux (g C CO OH/100 g MS.)	-	1,8	-	3,0
Ethanol	-	0,2	-	2,3
Pertes en p. 100 de la matière sèche ensilée.	-	13,5	-	33,9

Tableau II - Influence de la forme de présentation de la banane sur les quantités ingérées et la production laitière (F. GEOFFROY)

	Essai 1				Essai 2		
N° Lot	1	2	3	4	1	2	3
Energie	Céréales	Farine banane	Ban. Verte fraiche	Banane verte ensilée	Céréales	Banane verte fraîche	Banane verte ensilée
Poids moyen initial (kg)	52,0	47,4	48,0	49,3	45,7	49,4	46,0
Poids moyen final (kg)	52,0	46,1	48,0	48,5	44,6	51,7	46,9
Variation de poids (kg)	0	-1,3	0	-0,8	-1,1	+2,3	+0,9
Production laitière en kg/J/ anim.	972 a	1066 ab	1096 b	1126 b	1544 a	1814 e	1663 f
Coefficient de persistance moyen	67,8	74,9	91,6	83,6	79,9	84,9	84,8
Taux butyreux en g p. 1000	25,3	28,8	26,4	27,4	26,0	27,4	27,2
Quantité de matière sèche ingérée en g/j/animal							
Pangola 50 j	739 a	551 b	276 c	368 c	683 e	248 e	324 f
Farine de banane	-	1043	-	-	-	-	-
Banane verte fraîche	-	-	1020	-	-	1300	-
Banane verte ensilée	-	-	-	-	-	-	-
Concentré	487	137	127	140	789	318	282
Totale	1226 a	1731 b	1423 c	1581 c	1472 d	1866 e	1606 f
M.S. ingérée par 100 kg de poids vif	2,36	3,70	3,03	3,23	3,26	3,69	3,43
Matière sèche en kg de lait produit							
Pangola 50 j	760	517	252	327	440	137	195
Farine de banane	-	978	-	-	-	-	-
Banane verte fraîche	-	-	958	-	-	716	-
Banane verte ensilée	-	-	-	953	-	-	601
concentré	501	129	116	124	508	175	170
Totale	1261 a	1624 b	1326 a	1404 a	948 c	1028 c	966 c

Tableau III - Influence de la nature de la complémentation azotée sur les quantités ingérées et la production laitière (F. GEOFFREOY)

	Essai 2				Essai 3		
Energie	Banane verte fraîche		Banane verte ensilée		Banane verte ensilée		
Azote	Tourteau	Tourteau urée 50 %	Tourteau	Tourteau urée 50%	Tourteau urée 0	Tourteau urée 20 %	Tourteau urée 40 %
Poids moyen initial (kg)	45,0	54,8	49,0	42,5	43,0	48,0	47,5
Poids moyen final (kg)	48,5	55,0	50,2	43,5	47,2	49,2	47,9
Variation de poids (kg)	+3,5	+0,2	+1,2	+1,0	+4,2	+1,2	+0,4
Production laitière en kg/J/anim.	2028 a	1599 b	1878 c	1447 d	2148 e	2007 f	1941 f
Coefficient de persistance moyen	86,7	80,6	86,0	81,2	93,8	89,7	89,9
Taux butyreux en g	25,4	30,0	27,0	27,5	24,2	26,3	26,6
MA en g p. 1000	32,5	32,5	28,0	29,0	23,2	23,9	22,5
Quantité de matière sèche ingérée en g/j/ animal.							
Pangola 50 j	176 a	321 b	319 b	330 b	339 c	333 c	474 d
Banane verte fraîche	1330	1278	-	-	-	-	-
Banane verte ensilée	-	-	1099	904	1037	1034	974
Concentré	448	189	404	160	520	367	302
Totale	1954 a	1788 b	1822 b	1394 c	1896 d	1751 e	1783 e
N. uréique en % de l'N total de la ration	0	28,9	0	28,5	0	17,2	31,0
M.S. ingérée par 100 kg de poids vif	4,2	3,26	3,67	3,24	4,2	3,6	3,7
Matière sèche ingérée par kg de lait produit							
Pangola 50 j	87	201	170	228	158	166	244
Banane verte fraîche	656	799	"	"	"	"	"
Banane verte ensilée	"	"	585	625	483	515	502
Concentré	221	118	222	111	242	183	156
Totale	964 a	1118b	977a	964a	883 c	864 c	902 c

- Le traitement statistique des données a été fait indépendamment pour chaque essai
- Les nombres qui ne sont pas affectés du même exposant sont significuement différents au seuil $P < 0,05$

Tableau IV - Influence de l'utilisation de la banane sur le coût de production de 100 kg de lait.

Régime	Quantité d'aliment pour produire 100 kg de lait			Coût en Francs Français		
	Fge kg	Ban. kg	Conc. ou Tourteau kg	Conc. ou Tourteau	Ban.	Total
Fourrage + Concentré céréale	44,0	-	50,0	65,00	-	65,00
Fourrage + Banane + Tourteau	20 à 25	50,0	24,0	40,0	5,0	45,00
Prix unitaires : Banane : 0,1 F/kg Concentré : 1,3 F/kg Tourteau : 1,67 F/kg						

Tableau V - Influence de la banane verte fraiche (BV) ou ensilée (BE) et de l' urée sur les performances réalisées par des chevreaux males.
(CHENOST et al. 1971)

	Essai I Pangola ad. lib.			Essai II Pangola ad. lib.			
		+ conc. 325 g + BV	+ conc. 325 g + BE	+ conc. 500 g +BV	+ conc. 250 g +BV	+ conc. 500 g + BE	+ conc. 250 g + BE
Poids initial (kg)	27,5	27,6	27,8	30,7	30,7	30,6	31,3
Poids final (kg)	34,8	34,6	34,7	38,2	37,4	38,8	37,8
Durée (jours)	56	56,0	56	70	70	70	70
Gain moyen quotidien (g)	130	125,0	123,0	126	96	117	93
Quantité de matière sèche ingérée (g/j)							
- fourrage	198	139	171	54	68	111	146
- concentré	616	308	308	474	253	502	247
- banane	0	462	510	634	808	394	575
Totales	814	909	989	1162	1127	1007	968
Indice de consommation	6,2	5,9	8,0	9,2	11,4	8,9	10,1

Tableau VI - Utilisation de rations complètes à base de banane par des chevreaux en croissance (F. GEOFFROY)

	Essai I		Essai II			
	Composition des rations en p. 100 du poids frais					
Banane	79,0	80,6	74	74	74	74
Orge	5,0	6,5	0	0	0	0
Son de blé	0	0	22,1	22,1	22,1	22,1
Tourteau	13,0	9,0	0	0	0	0
Urée	0	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9
Bagasse	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0
Additifs à l'auge	-	-	-	+ tour-teau 25 %	+ mélasse 5 %	+ tour. 2,5 % + mélasse 5 %
Poids initial kg	13,0	13,0	16,0	15,8	16,4	15,8
Poids final kg	33,2	35,1	22,7	25,7	30,0	31,8
Durée jours	160	156	184	184	184	184
Gain moyen quodidien (g)	126	142	36,4	54,0	74,0	87,0
Matière sèche totale ingérée/jour	856	776	617,8	656,1	818,7	805,4

BIBLIOGRAPHIE

CHENOST, LE DIVIDICH J., CANDAU M. et CABANIS J.F., 1969. - Perspectives d'utilisation de la banane et de la patate douce en alimentation animale. Proceedings 7th. annual meeting, Caribbean. Food crops society, 43-49.

CHENOST M., CANDAU M., GEOFFROY F. et BOUSQUET P., 1971. - Utilisation de la banane et de l'urée dans l'alimentation des caprins en zone tropicale humide. Xe Interm. Cong. on animal. Production. Versailles.

CHENOST M., 1973. - La valeur alimentaire de quatre graminés et d'une légumineuse tropicale et ses facteurs de variation. Fourrages n° 54, Juin 1973.

CHENOST M. et BOUSQUET P., 1974. - Exploitation en vert du pangola pour la production de lait par des chèvres. I. Alimentation complémentaire suivant la qualité du fourrage. Ann. Zootech. 23 (1) 45-62.

GEOFFROY F. et CHENOST M. 1973.- Utilisation des déchets de banane par les ruminants en zone tropicale humide. Bull. Tech. Prod. Anim. (2-3) 67-75.

LE DIVIDICH J. et GEOFFROY F., 1973. - Conservation de la banane. Bull. Tech. Prod. Anim. (1).

LE DIVIDICH J., SEVE B. et GEOFFROY F., 1976. Préparation et utilisation de l'ensilage de banane en alimentation animale. Technologie, composition chimique et bilan des matières nutritives. Ann. Zootech. 25, (3) 313-323.

LE DIVIDICH J., GEOFFROY F., CANOPE I. and CHENOST M., 1976. - Using waste bananas as animal feed. Workd. Animal. Review. 20, 22-30.

MINSON D.J. and Mc. LEOD.M.N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. Proc. XI th. intem. Grassl. Congr. 719-722.

SALETTE J.E., 1970 - Nitrogen use and intensive management of grass in the wet tropics. Proc. XI th. Intem. Grassl. Congr. 404-407.

VINCENTE-CHANDLER J., CARO-COSTAS. R., PIARSON R.H., ABRUNA F., FIGAROLA J., SILVAS. 1964. - The intensive management of tropical forages in Puerto-Rico. Bull. 187. Univ. of Puerto-Rico. Agric. Exp. Stat. Rio. Pedras.

VIVIER M., MICHALET-DOREAU B., GRUDE A., 1975. - La conduite d'un troupeau laitier intensif en zone tropicale humide (Antilles Françaises). Nouv. Agron. Antilles-Guyane 1, (4) 307-321.

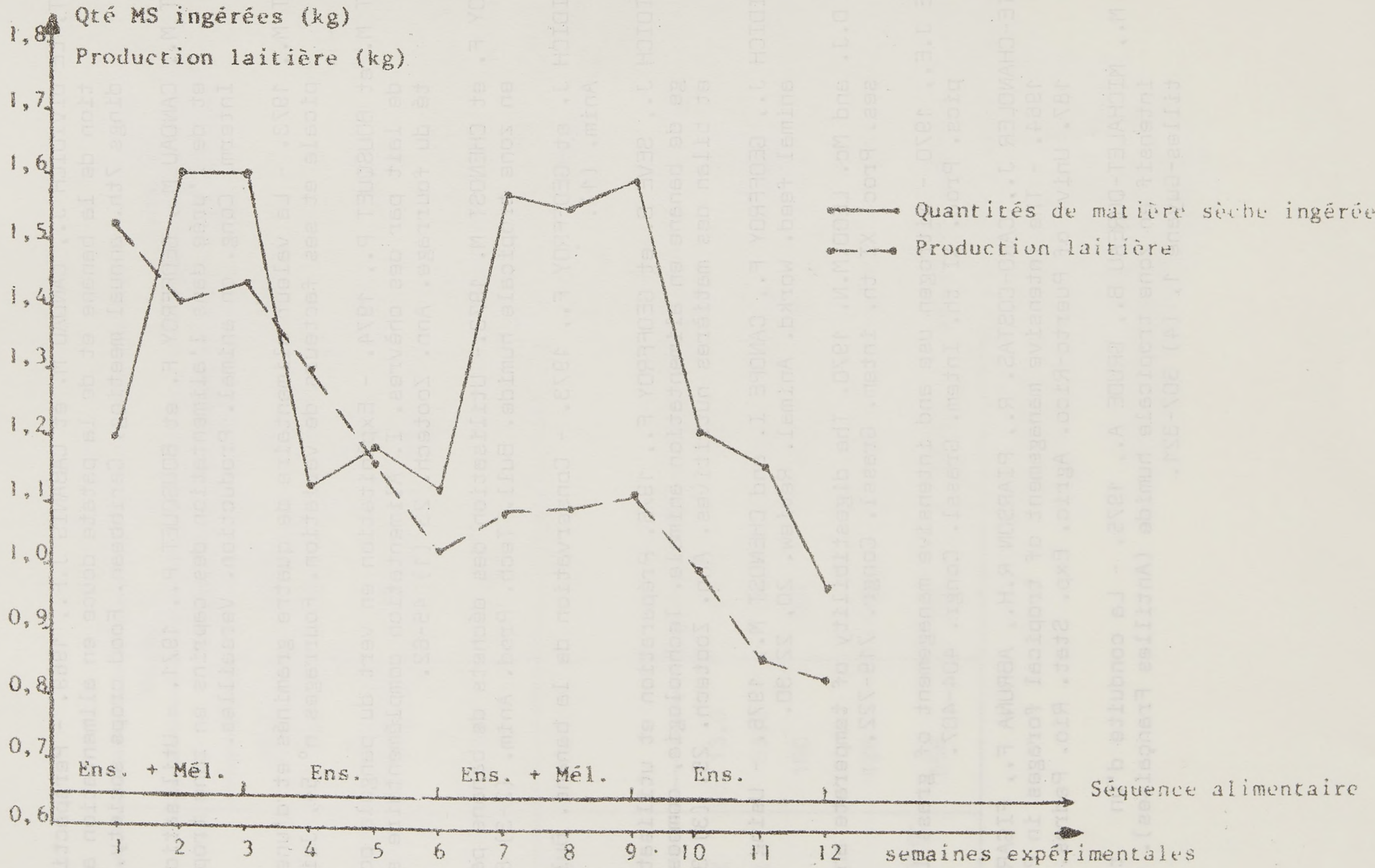


Figure I - Evolution hebdomadaire des quantités de matière sèche ingérées et de la production laitière

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 303-309, 1977.

LES NOUVELLES SOURCES D'ALIMENTS DU BETAIL ET LES PROBLEMES POSES PAR LEUR DEVELOPPEMENT

M. CHENOST (°)

Un des facteurs clé limitant la production animale est certainement le poste alimentation.

L'augmentation des ressources fourragères peut difficilement se concevoir par l'acquisition de nouvelles terres qui deviennent de plus en plus rares et qui sont réservées en priorité aux cultures vivrières.

En général :

. la productivité des prairies naturelles est faible parce qu'elles sont mal exploitées, sont sous-pâturées, soit sur-pâturées,

. l'intensification fourragère grâce au développement et à la culture d'espèces améliorées ou la mise en place de cultures fourragères est un processus de longue haleine en raison des aspects non seulement techniques mais également humains qu'elle implique. Economiquement, elle peut être discutable,

. enfin, l'utilisation des aliments concentrés classiques à base de céréales est de moins en moins défendable, tant pour des considérations économiques, que, mêmes, morales.

Il est donc urgent d'envisager toutes les solutions possibles permettant un accroissement des ressources fourragères. Celui-ci peut se concevoir par une meilleure intégration des productions animales et des productions vivrières. Cette intégration si elle est bien conduite conférera à l'animal une place de complémentarité dans la chaîne alimentaire plutôt qu'une place de compétitivité vis à vis de l'homme.

Une des solutions est l'utilisation des déchets agricoles et des sous produits des industries alimentaires qui, au passage, contribuera à résoudre partiellement le problème croissant de la pollution.

Qu'entend-on par nouvelles sources fourragères : tout d'abord, du point de vue terminologie, le terme nouvelles ressources fourragères peut prêter à confusion et paraître assez prétentieux. Ces ressources sont en effet pour la plupart d'entre elles déjà bien connues. Ce qui l'est moins ce sont les techniques nouvelles qui permettent de tirer au maximum parti des sous-produits de l'agriculture et de ses industries en les incorporant dans les rations dans des proportions plus élevées et suivant des combinaisons différentes de celles pratiquées jusqu'ici.

Ces sous-produits peuvent être regroupés sous quatre rubriques :

- fourrages grossiers de qualité médiocre,
- sous-produits agro-industriels,
- sous-produits de l'industrie des bois et de la cellulose,
- les excreta animaux et ordures municipales.

Leur disponibilité potentielle est très supérieure à ce qui est ou pourrait être utilisé en alimentation animale.

(°) Division de la Production et de la Santé Animales. F.A.O. - ROME-ITALIE

Cela est dû à de multiples raisons qu'on peut essayer de regrouper de la manière suivante :

- absence d'incitation économique pour la production animale. Ces sous-produits sont alors soit utilisés à d'autres fins, soit le plus souvent jetés,

- connaissance insuffisante des possibilités de leur utilisation en alimentation animale,

- disponibilité irrégulière dans l'espace (absence d'infrastructure permettant leur collecte et leur traitement) et dans le temps (fluctuations saisonnières),

- absence de structure permettant leur traitement à une échelle suffisamment importante pour les rendre économiquement compétitifs,

- composition chimique et caractéristiques physiques qui restreignent leur utilisation en alimentation animale, telles que :

. teneur trop élevée en eau,
. teneur trop élevée en sucres et en matière grasse (problèmes de fermentation et d'oxydation).
. composition variable (rendant difficile la formulation de rations).
. stockage difficile,
. mauvais équilibre en éléments nutritifs,
. éléments toxiques.

Nous allons passer rapidement en revue ces quatre grands groupes de sous-produits en résumant l'essentiel de ce qui a été présenté lors de la réunion FAO en nov. 76.

Je m'attacherai au passage à faire la part des efforts qui restent à entreprendre en matière de recherche et en matière de développement.

I - LES FOURRAGES GROSSIERS DE QUALITE MEDIOCRE :

Il ne s'agit pas seulement des fourrages pauvres (qui ne sont pas à proprement parler des résidus agricoles), mais également des pailles et autres matériaux cellulosiques restant au champ après récolte (pailles et chaumes de céréales, cannes, sommets de cannes...) ainsi que la bagasse, résidu membranaire de l'extraction du jus de canne. Ces sous-produits sont riches en membranes qui sont très lignifiées. Ils sont par conséquent peu ingestibles et peu digestibles. Les ruminants en sont les seules utilisateurs potentiels.

Leur potentiel pour l'alimentation du bétail est énorme (tableau 1). Le tonnage des pailles de céréales dans le monde s'élève à 1 700 millions de tonnes, celui des sommets de canne à 49,9 millions de tonnes et celui de la bagasse à 66,5 millions de tonnes. Des quantités très importantes en sont pourtant jetées ou mal utilisées alors que, traités ou non et judicieusement complémentés, ces matériaux pourraient constituer un appoint fourrager intéressant pendant les périodes de sécheresse ou dans les pays dont la surface agricole limitée justifie difficilement la création de nouvelles prairies.

Quels sont les moyens permettant d'améliorer leur valeur alimentaire ?

1. Les traitements physiques : le broyage est le traitement le plus simple et il est relativement bon marché. Il permet d'augmenter les quantités ingérées mais réduit un peu la digestibilité. Le traitement par la vapeur sous pression est intéressant dans le cas de la bagasse ; ce traitement peut être effectué dans le cadre des

.../...

usines de cannes,

2. Les traitements chimiques sont prometteurs et déjà utilisés au niveau de la pratique dans les pays scandinaves et en Grande Bretagne sans répercussion sur la santé de l'animal. Notons, entre autres, que le traitement à la soude par voie sèche -au Danemark- et le traitement à l'ammoniaque en Norvège peuvent être pratiquée à l'échelle de la petite exploitation agricole ou de la coopérative. La valeur alimentaire des pailles traitées peut atteindre celle d'un foin de qualité moyenne.

3. Les traitements biologiques semblent prometteurs tant pour la production de protéïnes monocellularies que par l'utilisation comme aliment du bétail des produits résultant de l'hydrolyse légère des résidus de la fermentation. Toutefois, la rentabilité économique de ces techniques est difficile à estimer.

L'utilisation de ces produits, traités ou non dans les systèmes de production animale, est généralement considérée comme vitale dans les pays en voie de développement à condition que leur faisabilité ait été testée préalablement à travers des unités pilotes simples adaptées aux conditions locales. En revanche, elle est plus problématique dans les conditions intensives de production où elle peut cependant trouver sa justification ou moins dans l'alimentation des animaux à faibles besoins.

II - LES SOUS-PRODUITS AGRO-INDUSTRIELS :

Il s'agit des sous-produits de la production ou de l'industrie des céréales, du sucre, de l'amidon, des fruits et des légumes, des oléagineux, des boissons et des produits d'origine animale (lait, viande, œufs, poissons).

Ils peuvent être divisés en 4 grandes catégories suivant la nature das éléments nutritifs qu'ils apportent et le rôle qu'ils peuvent jouer dans les régimes : éléments énergétiques (qui tout confondus représentent l'équivalent de 1/5 de la production mondiale de maïs) ; azotés (tourteaux, sous-produits animaux...) ; énergétiques et azotés jouant un rôle intermédiaire : ce sont les issues de meunerie, les drèches de brasserie, le lactosérum par exemple ; enfin des sous produits divers pouvant jouer un rôle d'appoint dans les rations.

Le potentiel de ces matériaux dépend en fait beaucoup de leur disponibilité dans le temps et dans l'espace.

Une meilleure connaissance de leur composition, de leur valeur nutritive et des quantités qui peuvent en être ingérées par l'animal et enfin des méthodes, dissons nouvelles, d'utilisation dans les régimes est nécessaire. Les risques de toxicité devraient être précisés aussi souvent que possible.

Des méthodes d'utilisation vulgarisables existent déjà pour certains de la 1ère catégorie comme la mélasse, la canne à sucre cultivée comme fourrage, les rejets de banane, les pulpes d'agrumes. Notons au passage que ces produits sont des supports tout indiqués de présentation de sources d'azote non protéique pour le ruminant.

Des travaux de recherche récents ont montré qu'ils pouvaient constituer la base de régimes de type nouveaux permettant d'économiser la quasi totalité de la fraction énergétique des rations. Toutefois, en raison du fait que ces régimes sont bien souvent extrêmes, c'est à dire riches à la fois en glucides membranaires et en glucides solubles, mais pauvres en glucides de solubilité intermédiaire, la production dans le rumen de précurseurs de glucose (acide propionique) et d'acides aminés constitue bien souvent le facteur limitant la productivité des ruminants à qui ils sont offerts. C'est là que l'utilisation combinée de ces sous-produits prend tout son intérêt. C'est le cas par exemple de la canne à sucre additionnée de farines basses de riz ou de banane -de la banane additionnée de son de blé- de l'ananas additionné de sous produits amylacés. L'adjonction d'urée et d'un minimum d'éléments menbranai-

.../...

res (bagasse, sommets de canne) peut conduite à la formulation de rations complètes, ce qui facilite les problèmes d'affouragement.

En revanche, des études plus approfondies restent encore à entreprendre sur d'autres sous-produits comme ceux du café, du cacao, des conserveries de fruits et légumes. Ces études supposent suivant les cas des recherches à caractère soit fondamental soit appliqué. Elles seront préférablement orientées sur la mise au point de méthodes d'utilisation les plus simples possibles, adaptables au niveau de la petite exploitation et permettant d'éviter des traitements industriels onéreux comme la déshydratation. Dans certains cas, on pourra bien sûr envisager leur utilisation indirecte pour la production de PMC.

Il est important de souligner le rôle intéressant que l'utilisation de ces sous-produits peut jouer dans une meilleure stratification de la production animale :

- embouche des animaux retirés des herbages au moment opportun,
- maximisation de l'exploitation de la prairie.

Pour l'avenir, il faudra qu'à chaque fois que la création d'une usine agroalimentaire est envisagée, les dispositifs nécessaires à une bonne utilisation ultérieure de ses sous-produits soit prévus.

III - LES SOUS-PRODUITS DE L'INDUSTRIE DU BOIS ET DE LA CELLULOSE :

Le potentiel de ces déchets est très important 30 à 60 p. cent du tonnage des bois exploités aux Etats Unis par exemple sont perdus comme déchet. Leur utilisation mérite d'être développée car ils constituent une ressource très importante à long terme pour les pays en voie de développement. Les techniques actuellement disponibles ne sont toutefois encore ni rentables ni applicables.

1. Le coût de production des protéïnes monocellulaires à partir des lignosulfites de l'industrie de la cellulose est élevé.

2. L'hydrolyse totale du bois et l'utilisation des sous produits résultant des différentes étapes de cette hydrolyse (à l'exception de celle des mélasses) sont encore chères.

3. L'hydrolyse partielle des bois durs et de leurs déchets permet cependant de fonder certains espoirs pour la production d'aliments utilisables par le ruminant. Le traitement du bois à la vapeur sous pression, avec ou sans hydrolyse acide, qui permet d'obtenir un produit d'une digestibilité de 50 à 65 p. cent à un coût de US 10 à 25/tonne de matière sèche, est déjà pratiqué au Canada.

IV - LES DECHETS ANIMAUX ET ORDURES MUNICIPALES :

Ces déchets constituent une réserve de protéïnes immense. On estime par exemple qu'ils représentent aux Etats Unis plus de 5 millions de tonnes d'azote, soit l'équivalent de la production de soja ; la moitié pourrait en être récupérée. Ils peuvent être utilisés soit directement dans les rations soit indirectement pour la production de protéines monocellulaires ou encore d'organismes riches en proéines tels que les larves ou les vers de terre par exemple.

Les fientes et litières de volaille sont déjà classiquement utilisées sous forme déshydratée dans les rations pour ruminants. Elles peuvent être également ensilées, seules ou, mieux, en association avec des sous-produits riches en glucides fermentescibles et ceci aussi bien à l'échelle de la grande unité commerciale (à proximité des usines agro-alimentaires) que de la petite unité (dans la mesure où les distances entre les sources d'approvisionnement et le lieu d'utilisation restent convenables). Des projets agro-industriels intégrés recyclant les excrètas animaux et les

.../...

déchets municipaux sont déjà opérationnels dans certaines régions (Singapour) ; ils apparaissent comme étant rentables.

Convenablement traités, les déchets animaux et municipaux ne présentent pas de risques sanitaires particuliers pour les animaux utilisateurs. L'ensilage s'est avéré être une technique efficace dans l'élimination des germes pathogènes.

En conclusion :

- les sous produits et déchets de l'agriculture et des industries agricoles constituent un potentiel énorme, mais encore sous exploité, pour l'alimentation du bétail,

- les facteurs limitant une meilleure valorisation de ces résidus sont généralement d'ordre,

. économique et structure, lié à la nature des systèmes d'élevage et à l'organisation de l'industrie de l'alimentation du bétail dans un pays donné,

. technique et scientifique, lié, pour certains produits, à une connaissance encore insuffisante de leur composition, de leur valeur alimentaire et des techniques à utiliser pour leur incorporation dans les régimes.

- certaines techniques et méthodes permettant de les incorporer dans les rations existent déjà et sont vulgarisables dans la mesure où leur faisabilité aura été préalablement testée à travers des opérations pilotes dans le contexte local où on veut les appliquer.

-!-!-!-!-!-! !-!-!-!-!-!-

BIBLIOGRAPHIE

Proceedings of the FAO technical Consultation on New Feed Resources - Rome, 24-26 nov. 1976, 1977.

Table 1 - Estimates of World and regional production of straws 1974 (Million metric tons)

Crop	World	Africa	N&C America	S America	Asia	Europe	Oceania	USSR	Developed	Developing	Centrally planned Economies
Wheat	360.2 (21)	8.5	65.8	10.2	90.0	90.5	11.4	83.8	139.2 (39)	72.0 (20)	149.1 (41)
Paddy rice	323.2 (19	7 6	6.9	10.2	294.3	1.9	.4	1.9	23.2 (7)	174.9 (54)	125.1 (39)
Barley	170.9 (10	4.8	15.6	1.0	31.7	60.5	3.1	54.2	65.9 (39)	16.6 (10)	88.3 (51)
Maize	586.0 (35	53.5	261.0	58.2	100.3	88.2	.5	24.3	317.3 (54)	142.8 (24)	125.9 (22)
Rye	32.6 (2	.1	1.0	.3	.6	15.5	.1	15.2	5.8 (18)	.9 (3)	25.9 (79)
Oats	51.2 (3	.2	13.0	.5	3.3	17.8	1.1	15.3	16.9 (52)	1.0 (2)	23.3 (46)
Millet	92.4 (5	18.1	.4	.5	67.4	.1	.1	5.8	.1 (0)	38.6 (42)	53.7 (58)
Sorghum	93.8 (5	18.5	38.0	14.6	19.3	.9	2.2	.2	36.3 (39)	57.1 (61)	.4 (0)
Total cereal straw	1710.2	111.2 (6)	401.7 (24)	95.5 (6)	606.9 (35)	275.4 (16)	18.8 (1)	200.7 (12)	614.7 (36)	503.9 (29)	591.7 (35)
(Million metric tons-dry matter)											
Sugar cane											
Tops	49.9	4.0	12.2	19.9	19.9	~	1.7	~	4.9 (10)	41.9 (84)	3.1 (6)
Bagasse	66.5	5.4	16.0	16.3	26.6	~	2.3	~	6.5 (10)	55.9 (84)	4.1 (6)

1 based on FAO Production Yearbook values for given production assuming strawigrain ratio of 1 : 1 (Owen, 1976)
2 " " " " " " " " " " " " " 2 : 1 (" ")
3 " " " " " " " " " " Tops : Cane 1 : 4 (" ")
4 " " " " " " " " " " Bagasse : Cane " " 1 : 5 (" ")

Values in parenthesis show the percentage of the world total.

Table 2 - Availability and major producers of some agro industrial "by products" (FAO 1974 + CHENOST et MAYER, 1976)

By products	World (1 000 t)		Main producers
	Production	Export	
(Group I)			
molasses (cane)	19 367		N + C America, Cuba, Brazil, India
(beet)	11 809		USA Europe, USSR
beet pulp (dry)	13 121		Europe, USA, Asia
banana	8 000		Brazil, N+C America, Africa
pineapple bran	387		Hawaii, Africa, Philippines
citrus pulp (dry)	990		USA, Asia, Europe,
coffee pulps (23% DM)	4 939		Brazil, Colombia, Ivory,
hulls (50% DM)	701		Coast, Mexico, Indonesia
(Group II)			
oil cakes and meal : soya	19 370 *	9 090 *	
cottonseed	3 700 *	400 *	
ground nuts	2 200 *	900 *	
sunflowers	1 800 *	200 *	
rape seed	1 300 *	300 *	
linseed	750 *	150 *	
copra, sesame, palm kernel)	800 *	300 *	
safflower			
fish meal	3 000 *	1 150 *	
	production (1 000 t)		
meat + bone meal	6 870		Europe, N+C America, Asia
(Group III)			
Brewer's grains	7 528		Europe, N+C America, USSR
wheat by "products"	98 700		Europe, Asia, USSR
rice "	35 700		Asia
maize	3 700		N+C America
whey	70 695		Western Europe (France), USA
(Group IV)			
vegetable and fruit processing	70 000 and 74 000 (respectively)		
olive pulp	2 300		Mediterranean countries

* 1 000 t equivalent protein

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 310-322, 1977.

INFLUENCE D'UN TRAITEMENT TECHNOLOGIQUE SUR L'EFFICACITE ALIMENTAIRE DES PRINCIPAUX PRODUITS AMYLACES TROPICAUX (PATATE DOUCE ET BANANE) DANS L'ALIMENTATION DU PORC

I. CANOPE°, J. LE DIVIDICH°°
(avec la collaboration technique de F. HEDREVILLE et E. DESPOIS)

INTRODUCTION

L'intérêt des amidons tropicaux dans l'alimentation animale n'est plus à démontrer. Il importe cependant de définir les modalités pratiques de leur utilisation pour une meilleure rentabilité. En effet, l'introduction de ces produits dans l'alimentation animale pourrait constituer un élément favorable au développement de l'élevage porcin encore trop dépendant des importations (céréales, tourteaux, farines animales).

L'étude de la valeur nutritive des deux principaux aliments amylacés (Patate douce et Banane) de notre région et les conditions de leur utilisation dans l'alimentation du porc ont depuis 1965 fait l'objet de plusieurs mises au point à la Station de Recherches Zootechniques de l'I.N.R.A.-Antilles (J. LE DIVIDICH, I. CANOPE, T. CORRING, J. RETTAGLIATI).

Ces produits, utilisables par le porc aux Antilles, ont en commun un certain nombre de caractéristiques (riches en glucides, pauvres en azote) qui rappellent les céréales quant au déséquilibre de la fraction énergétique et azotée.

L'existence de certaines substances phénoliques ou tanins, responsables de l'astringence de la banane, est connue depuis longtemps (BARNELL et BARNELL, 1945). Ces tanins sont présents dans le fruit vert sous forme de polymères de faible poids moléculaire qui se condensent en polymères de poids moléculaire élevé lors du mûrissement. Au cours de ce mûrissement l'amidon est hydrolysé en glucides simples. Les tanins faiblement polymérisés peuvent se combiner à la fraction protéique des enzymes et par là inhiber leur activité. Les tanins jouent un rôle antimétabolique dans la digestion enzymatique chez le porc.

° I.N.R.A.-Antilles-Guyane, Station de Recherches Zootechniques, Domaine Duclos, 97170 PETIT-BOURG (Guadeloupe) F.W.I.

°° I.N.R.A, C.N.R.Z., Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs, Domaine de Vilvert, 78350 JOUY-EN-JOSAS (France).

Le choix judicieux d'un traitement technologique (cuisson, ensilage, etc.) pourrait contribuer à l'amélioration de l'efficacité alimentaire des produits amylacés tropicaux en facilitant l'hydrolyse de la fraction amylacée et en détruisant les produits toxiques.

COMPOSITION CHIMIQUE ET EFFICACITE COMPAREE DES DIFFERENTS TRAITEMENTS

La principale caractéristique de la banane et de la patate douce est leur teneur élevée en eau (70 à 80 %) et en amidon (67 à 72 %). Le degré de sensibilité in vitro de cet amidon aux enzymes digestives du porc se révèle être un bon indicateur de l'utilisation digestive des produits amylacés tropicaux (A. AUMAITRE, 1969) constituant ainsi un test simple in vitro pour la détermination rapide de la valeur alimentaire d'une source amylacée.

L'amidon, pour être utilisé par l'organisme, doit être hydrolysé en produits faciles à absorber (glucose) et sa plus ou moins grande sensibilité à l'action préalable de l'α-amylase peut avoir des conséquences zootechniques extrêmement importantes.

Depuis les travaux de J. CERNING-BEROARD, 1976, nous savons que les amidons crus, à l'exception de celui de la banane, ne sont pratiquement pas dégradés par l'enzyme (Tableau 2).

La sensibilité de l'amidon vis-à-vis de α-amylase est considérablement améliorée par la cuisson et ce, quelle que soit l'origine botanique ; elle est cependant nettement plus marquée pour la patate douce.

La composition chimique des éléments sous différentes formes de présentation de la banane et de la patate douce est résumée dans le tableau 1.

Pour la banane comme pour la patate douce la fraction glucidique est surtout composée d'amidon. L'hydrolyse consécutive à la maturation de la banane se traduit par une transformation importante de l'amidon de la banane verte en glucides solubles (63,2).

L'ensilage présente une teneur en matière sèche (29 %) plus élevée que le produit initial ; là encore les principales modifications intervenant au niveau de la matière sèche se situent au niveau des constituants glucidiques.

DIGESTIBILITE ET VALEUR ENERGETIQUE

La digestibilité, faible en général des produits amylacés tropicaux, est améliorée par la cuisson. Cette faible digestibilité s'explique par la nature de l'amidon difficilement hydrolysable par les enzymes (FAVIER, 1969 ; RASPER, 1969).

Les valeurs énergétiques de ces deux produits, 674 Kcal/kg de banane verte et 1262 Kcal/kg de patate douce crue, traduisent une digestibilité plus élevée pour la patate douce.

L'amélioration consécutive à la cuisson est d'environ 10 % pour la

banane (743 kcal/kg) et 8 % pour la patate douce (1359 kcal/kg).

DONNEES TECHNICO-ECONOMIQUES DE L'UTILISATION DES AMIDONS TROPICAUX (BANANE ET PATATE DOUCE) DANS L'ALIMENTATION DU PORC EN CROISSANCE

Quel que soit le traitement appliqué pour améliorer la valeur alimentaire de ces produits, une complémentation azotée s'avère indispensable si l'on veut obtenir de bonnes performances de croissance chez le porc.

Deux séries d'essais, l'un sur la patate douce, l'autre sur la banane, ont été conduits séparément en vue de déterminer l'influence d'un traitement thermique (cuisson) ou mécanique (broyage) sur la valeur alimentaire de ces deux produits. La supplémentation azotée faite par l'apport de 1,5 kg de concentré à 24,4 % de matière azotée (N x 6,25) était offerte selon la méthode LEHMAN basée sur la distribution d'une quantité constante de concentré azoté pendant toute la durée de l'engraissement de l'animal.

RESULTATAS GENERAUX DE CROISSANCE ET DE CONSOMMATION

1 - Croissance

La cuisson du produit cru se traduit par une amélioration de la vitesse de croissance d'environ 12 % par rapport à la banane ou à la patate douce présentées en cossettes. Cette augmentation est du même ordre pour le broyage par rapport à la banane crue en cossettes contrairement à la patate douce.

Il faut cependant noter qu'aucun des traitements ne permet d'atteindre une croissance comparable au lot témoin.

2 - Consommation

La part du produit de base (banane ou patate douce) dans la consommation totale de matière sèche est de l'ordre de 46 % MS pour la banane et 40 % pour la patate douce. L'ingestion maximum pour la durée de l'engraissement est obtenue avec le produit cru en cossettes ou broyé : environ 620 kg pour la banane et 400 à 460 pour la patate douce. Mais d'une manière générale la consommation est très peu influencée par les traitements technologiques des produits de base.

3 - Indice de consommation

L'indice de consommation exprimé en kg de matière sèche par kg de gain de poids vif est dans l'ensemble assez élevé pour tous les traitements. Cette tendance est particulièrement nette pour la banane crue (5,02) et la patate douce mixée (4,96).

CARACTERISTIQUES DES CARCASSES

Nous ne présentons ici que les résultats de carcasses de l'expérience "Banane" (tableau 4). Ces résultats confirment la tendance déjà observée par

ailleurs des régimes à base de banane à produire une carcasse maigre : le pourcentage des morceaux nobles (jambon et longe) est maximum pour la banane crue et la proportion de gras dans la carcasse (bardière et panne) maximum pour le lot témoin.

En ce qui concerne la diminution de rendement des carcasses, consécutive à l'augmentation de poids du contenu de l'appareil digestif des animaux recevant la banane, elle est variable suivant les traitements (-3,4 % pour la banane cuite ; -6,8 % pour la banane verte et -8,9 % pour la banane mixée).

BILAN ECONOMIQUE

Nous ne retiendrons pour cette étude économique que les résultats techniques de l'essai sur banane, ceci pour plusieurs raisons : d'abord parce que l'expérience "Patate douce" avait un caractère essentiellement prospectif, les conditions économiques et psychologiques de l'utilisation de ce tubercule ne sont pas encore remplies ; ensuite et surtout parce que la patate douce rentre pour une part non négligeable dans l'alimentation de base de certaines couches de la population et des collectivités locales de nos régions.

Les données du Tableau 5 suggèrent les observations suivantes :

1°/ la forme de présentation de la banane n'affecte que très peu le coût de l'aliment ; il est pratiquement le même pour les porcs recevant de la banane en cossettes et de la banane mixée. Les quelques 2 % en faveur de la banane cuite par rapport aux deux autres formes de présentation ne sont pas suffisantes pour justifier les contraintes liées à la cuisson de la banane.

2°/ notre étude économique se limitera à la comparaison de la banane crue en cossettes à un aliment complet (Tableaux 6 et 7). La supériorité (en valeur) de l'alimentation à base de banane sur l'aliment standard n'est que de 2,2 % environ si l'on se réfère aux dépenses alimentaires pour chacun de ces régimes.

Mais en intégrant l'ensemble des facteurs (rendement, qualité et classement des carcasses, durée d'engraissement et coût alimentaire) la supériorité économique de la banane est plus nettement mise en évidence avec une différence de 86,93 (24 %) par porc produit en faveur de la banane. Il s'agit bien entendu de chiffres indicatifs puisque nous n'avons tenu compte des 20 % "autres que aliments" que pour la durée suppémentaire (Tableau 6) d'engraissement nécessaire aux porcs recevant de la banane crue pour atteindre le poids d'abattage des porcs.

CONCLUSIONS

Il ressort de notre étude que la patate douce et les déchets de banane s'avèrent être un aliment utilisable par le porc en croissance. La part de ces deux produits dans la consommation totale de matière sèche avoisine 50 %.

Les croissances sont dans l'ensemble assez faibles surtout dans un régime à base de banane et s'expliqueraient par le niveau d'ingestion relativement bas en ces produits tropicaux, la consommation étant très peu influencée

par les traitements technologiques.

Ces résultats nous autorisent cependant à conclure que l'énergie de la banane et de la patate douce est bien utilisée par le porc, ces deux produits constituant un aliment "grossier" et une source énergétique à peu près exclusive comme la betterave ou la pomme de terre.

Malgré ces faibles performances la banane se révèle être plus intéressante économiquement qu'un aliment complet dans l'alimentation du porc en croissance-finition (+24 %). Une meilleure maîtrise des conditions d'utilisation de ces produits devraient améliorer considérablement les performances d'engraissement ; nous pensons en particulier à une complémentation énergétique de la banane, celle-ci pouvant être obtenue en essayant d'augmenter les quantités journalières ingérées soit de banane soit d'aliment concentré complémentaire, le choix du mode ou du niveau de complémentation énergétique étant dicté par des considérations d'ordre économique (prix de l'aliment complémentaire, quantité de déchets de banane disponible par l'éleveur).

Tableau 1

COMPOSITION CHIMIQUE DES PRODUITS SOUS DIFFERENTES FORMES DE PRESENTATION

Effet du traitement technologique sur les caractéristiques nutritionnelles des amidons tropicaux

	BANANE (1)				BANANE ENS. (2)		PATATE DOU. (3)	
	Verte entière crue	Verte entière cuite	Verte sans peau	Mûre entière	Verte	Mûre	Crues	Cuites
Matière sèche	21,2	21,6	29,7	21,7	29,0	23,5	37,4	39,2
En P.100 M.S.								
N x 6,25	6,4	5,5	5,4	5,3	5,1	8,0	5,4	5,1
Amidon	72,3	67,3	80,2	10,2	70,9	6,4	69,3	-
Glucides ethano-solubles	1,8	2,7	2,0	63,2	traces	17,3	9,1	-
Cellulose brute	3,7	-	1,5	3,8	5,3	6,1	-	-
Cendres	4,6	4,5	2,5	5,2	5,8	4,2		
Ca	0,07	-	0,03	0,05			0,23	-
P	0,09	-	0,08	0,12			0,18	-
E.D. Kcal/kg MS	3181	3439	3440	3327	-	-	3373	3463

(1) LE DIVIDICH J., CANOPE I., (1969)

(2) SEVE B., LE DIVIDICH J., CANOPE I., (1976)

(3) CORRING T., RETTAGLIATI J., CANOPE I., (1969).

Tableau 2 - a Coefficient de digestibilité de différents éléments de la banane (fraîche et ensilée) et de la Patate douce

	BANANE				BANANE ENSILEE		PATATE DOUCE	
	Verte entière crue	Verte entière cuite	Verte sans peau	Mûre entière	Verte	Mûre	Crues	Cuites
Matière sèche	83,5	87,9	88,6	89,5	80,6	76,6	90,40	93,50
Energie	79,5	84,3	85,5	85,5	-	-	89,30	92,95
Mat. organique	84,2	88,6	89,0	90,1	82,7	78,7	92,10	94,50
Azote	-18,8	26,40	-1,6	38,4	71,1	68,7	27,6	52,79
Kcal/kg aliment	674	743	1022	722	-	-	1262	1359

Tableau 2 - b Caractéristiques des courbes α-amylase

(J. CERNING-BEROARD)

ECHANTILLON	V.I. (1)		V.F. (2)		F.H. (3)	
	Cru	Cuit	Cru	Cuit	Cru	Cuit
Patate douce	3,9	47,1	0,21	0,74	4,0	54,5
Banane	11,4	29,7	0,23	0,79	14,0	47,0

(1) V.I. : Vitesse initiale d'amylolyse = % initial d'amidon dégradé en 5 minutes.

(2) V.F. : Vitesse finale d'amylolyse = % d'amidon dégradé en 5 minutes en moyenne pendant la première heure.

(3) F.H. : Fraction facilement hydrolysable = déterminé par extrapolation de la partie linéaire de courhes d'amylolyse.

NB - a) L'amidon cru de la patate douce n'est pratiquement pas dégradé par les enzymes et c'est le cas général pour les amidons tropicaux ; le pourcentage initial d'amidon dégradé en 5 minutes (V.I.) dans le cas de la banane est par contre assez élevée (3 fois plus que celui de la pata-

te douce) et constitue une exception.

b) La cuisson améliore la V.I. mais dans des proportions moindres pour la banane que pour la patate douce.

Tableau 3

Résultats généraux de croissance et de consommation

	BANANE + 1,5 D. II (1)			PATAT. DOUC. + 1,5 D.II			Témoin (2)
	Cossettes Crues	Mixées	Cuites	Crues	Mixées	Cuites	
Poids départ	29,4	29,4	29,8	22,0	22,2	22,4	26,4
Poids final	94,2	94,9	94,5	96,5	96,5	96,6	96,1
Durée (en j)	156,0	139,4	140,0	153,0	161,0	138,0	121,0
Gain moyen quotidien (g)	422	472	466	494	468	544	581
Consommation journalière moyenne (kg)							
- Matière fraîche produit de base	4,02	4,47	4,10	2,61	2,84	2,74	3,12
- Matière sèche produit de base	0,80	0,89	0,90	0,97	1,06	1,07	-
concentré	1,29	1,29	1,29	1,22	1,22	1,20	2,22
- M.S. totale	2,09	2,18	2,19	2,19	2,28	2,27	2,22
Indice de consommation (M.S.)	5,02	4,71	4,73	4,52	4,96	4,24	3,89
Consommation totale du produit de base (en frais)	627,0	623,0	574,0	400,6	458,4	379,4	377,5
Consommation totale du produit de base en % de M.S. totale (%)	47,2	44,5	46,5	40,2	41,0	38,4	100,0

(1) Aliment concentré azoté à 24,4 % de matières azotées (N x 6,25).

(2) Aliment complet à 16,5 % de matières azotées (N x 6,25).

Tableau 4

Résultats de carcasse obtenus avec une alimentation à base de banane

	BANANE + 1,5 D.II (1)			TEMOIN (aliment complet)
	Cossettes crues	Mixées	Cuites	
Epaisseur du lard dorsal $\frac{(R + D)}{2}$	25,12	20,20	19,37	27,33
Jambon et Longe (en % de poids net)	53,38	56,25	55,15	52,04
Bardière et Panne (en % de poids net)	16,76	13,12	14,07	17,14
Rendement	71,02	67,48	68,76	73,49

(1) Aliment concentré à 24,4 % de matières azotées (N x 6,25).

Tableau 5

Influence de la forme de présentation de la banane sur le coût alimentaire

Forme de Présentation	Bananes crues en cossettes	Bananes Mixées	Bananes cuites	Témoin
Durée de l'engraissement (jours)	156,0	139,4	140,0	121,0
Consommation totale par porc				
- Banane	627,0	623,0	574,0	377,52
- concentré	224,0	224,0	224,0	-
Coût de l'aliment				
- Banane (1)	156,75	155,75	143,50	-
- concentré (2)	403,20	403,20	403,20	604,03
Total	559,95	558,95	546,70	604,03

(1) 0,25 F/Kg

(2) (1,60 F/kg (aliment témoin)
(1,80 F/kg (concentré)

Tableau 6

Incidence économique de l'utilisation de la banane comparée à un régime standard

Paramètres	Banane crue (cossettes)	Témoin (aliment complet)
Poids abattage	94,2	94,5
Rendement	68,8	73,5
Poids de la carcasse commercialisée	65,0	69,0
Epaisseur lard dorsal	19,4	27,3
Classement (1)	A (2)	B
Prix de vente/kg	16	14
Valeur de la carcasse	1040,00	966,00
Durée d'engraissement (j)	156	121
Coût de l'aliment	559,95	604,03
Coût supplémentaire	31,15	-

(1) I. CANOPE

(2) Prix de la carcasse { 16,00 F (catégorie A)
{ 14,00 F (catégorie B)

Tableau 7

Bilan économique comparé

Régimes	Aliment à base de Banane crue	Aliment complet (témoin)
Dépenses		
- Aliments	559,95	604,63
- supplémentaire (non alimentaire et correspondant aux 35 j supplémentaires)	31,15	
Recettes	1040,00	966,00
Recettes-Dépenses	448,90	361,97
Supériorité du régime banane sur le régime témoin	86,93	

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUMAITRE A., CORRING T., LE DIVIDICH J., 1969 - Etude de la vitesse d'hydrolyse in vitro de quelques amidons des plantes tropicales (Patate douce, Banane, Igname) par le suc pancréatique de porcelet : relation entre la vitesse de dégradation in vitro et la digestibilité apparente de la ration. Journées Rech. Porcine en France, 99-103, INRA-ITP éd.

BARNELL H.R. and BARNELL E., 1945 - Ann. Bot. Lond. 9, 77-99.

CANOPE I., 1975 - Quelques problèmes posés par la sélection du verrat à partir de ses propres performances. Nouv. Agron. Antilles-Guyane 1, 3, 229-241.

CERNING-BEROARD J. et LE DIVIDICH J., 1976 - Valeur alimentaire de quelques produits amylacés d'origine tropicale. Ann. Zootech. 25 (2) 155-168.

CORRING T., RETTAGLIATI J., 1969 - Utilisation de la patate douce dans l'alimentation du porc en Guadeloupe. J. Rech. Porcine en France, 105-112, INRA-ITP éd.

FAVIER J.C., 1969 - Etude de la digestibilité in vitro de l'amidon des diverses plantes alimentaires du Sud-Cameroun. Influence des transformations technologiques sur l'amidon de manioc. Ind. Alim. Agr. 1, 9-13.

LE DIVIDICH J., CANOPE I., 1970 - Utilisation des déchets de banane dans l'alimentation du porc en croissance : premiers résultats. Journées Rech. Porcine en France, INRA-ITP éd., 131-135.

RASPER V., 1969 - Investigation on starches from major starch crops grown in Ghana. II - Swelling and solubility pattern : amylaclastic susceptibility. J. Sci. Fd. Agr. 20, 642-646.

J. LE DIVIDICH, F. GEOFFROY, I. CANOPE, M. CHENOST, 1976 - Utilisation des déchets de banane pour l'alimentation du bétail. Rev. Mond. Zt. 20, 22-30.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 323-330, 1977.

PREMIERS RESULTATS DE LA DISTRIBUTION MECANIQUE DE LA BANANE EN ELEVAGE PORCIN

F. GABRIEL (°) - M. GAYALIN (°) - M. JAMBOU (°°)

INTRODUCTION

La banane occupe une place de première importance dans l'économie agricole des Antilles Françaises. C'est de loin, la principale production de la Martinique qui exporte chaque année, entre 150 et 210.000 tonnes de bananes vers l'Europe et plus particulièrement vers la France.

Les fruits impropres à la commercialisation ou écarts de triage représentent environ 30.000 tonnes dont environ 15.000 sont utilisables pour l'alimentation des porcs.

De tout temps, les agriculteurs ont cherché à tirer partie de cette importante ressource pour l'alimentation animale, mais en fait, il faut constater que, jusqu'à une date récente, on n'a pas su utiliser rationnellement cet aliment. C'est ainsi que les ateliers d'engraissement créés par les Groupements de planteurs de banane au voisinage des hangars de conditionnement ont dû renoncer la plupart du temps à exploiter les fruits impropres à l'exportation en raison des résultats très irréguliers et souvent médiocres obtenus par ces ateliers d'engraissement.

Aux Antilles Françaises, ce sont les travaux réalisés par la Station de Zootechnie du C.R.A.A.G. qui ont permis, après quelques adaptations de mettre au point des techniques d'utilisation qui se concrétisent maintenant par des croîts de 400 à 450 g/jour dans des conditions économiquement avantageuses pour l'éleveur de porcs et le planteur de bananes.

CONDITIONS ACTUELLES D'UTILISATION DE LA BANANE ET AMELIORATIONS A REALISER :

En Martinique, l'alimentation des porcs locaux repose principalement sur l'utilisation maximale des écarts de triage. Les fruits ont une valeur en énergie digestible élevée (3181 Kcal par kg de M.S. {1}) mais la banane est pauvre en matières azotées (environ 6,4 % en moyenne {2}). Elle est également pauvre en minéraux, en particulier en Phosphore et Calcium (Ca = 0,07 - P = 0,09{3}).

Enfin, sa forte teneur en eau (80 % environ) ne favorise pas les hauts niveaux d'ingestion.

Pratiquement donc, un porc ne peut absorber au maximum que 6 à 10 kg de banane par jour. Il faut toujours associer aux rations de bananes, un concentré ayant une teneur de 28 à 30 % de protéïnes brutes environ. C'est ce qu'on appelle, le "complément banane" dont le prix est évidemment relativement élevé.

Dans la pratique courante, les porcs pesant de 25-30 kg à 80-90 kg reçoivent une ration de banane à volonté et 1 kg en moyenne de concentré à 30 % de matières protéïques brutes. Cette ration de concentré peut dans la pratique, varier de

.../...

(°) C.T.G.R.E.F. Division de l'Elevage des DOM - Jardin Desclieux Fort de France

(°°) C.T.G.R.E.F. Groupement de Rennes - B.P. 1312 - 35000 RENNES

0,700 à 1,200 kg par jour selon les disponibilités en bananes.

En fait, il faut compter avec les méthodes actuelles, de 700 kgs à 1 tonne de banane pour obtenir un porc de 80 kg et ceci, en raison du gaspillage entraîné par le mode de distribution manuelle de la banane.

Or, l'élévation des prix des concentrés et du carburant, oblige planteurs de bananes et éleveurs de porcs à "serrer" leurs prix de revient et à reconsidérer les méthodes de travail entraînant des gaspillages.

C'est ainsi que les planteurs ne cèdent plus gratuitement les écarts de triage. De leur côté, les éleveurs doivent tenir compte des coûts de transport de plus en plus élevés entre la station d'emballage de banane et les porcheries.

Enfin, l'opinion est présentement sensibilisée par les problèmes de pollution ; la réglementation concernant les porcheries est appliquée de façon stricte malgré le désir des Pouvoirs Publics de développer la production porcine.

Ces différentes considérations ont amené les professionnels à demander aux Ingénieurs et Techniciens du Ministère de l'Agriculture, et notamment à ceux du Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts (C.T.G.R.E.F.) de mettre au point, de nouvelles techniques d'utilisation pour :

- éviter les gaspillages entraînés par le système de distribution manuelle.

- économiser les temps de travaux entraînés par le nettoyage des cases et l'enlèvement des refus.

- limiter les nuisances et la pollution provoquées directement ou indirectement par les porcheries.

- permettre une utilisation des sous produits d'origine animale ou végétale par leur incorporation dans les rations, de façon à diminuer d'une façon simple et pratique, le coût de l'aliment et à réduire nos importations de maïs et tourteaux de soja.

C'est l'objet des études poursuivies actuellement par les techniciens du C.T.G.R.E.F. par le biais de la distribution mécanique de la banane en purée.

PREPARATION ET DISTRIBUTION DE LA BANANE EN PUREE :

Pour atteindre ces différents objectifs, on prépare une ration distribuée sous une forme semi liquide, grâce à un hâcheur mélangeur conçu pour des exploitations de taille moyenne.

L'acheminement jusqu'à l'auge s'effectue, soit par gravité dans des canalisations, soit manuellement à l'aide de seaux.

Les hâcheurs mélangeurs destinés aux petites et moyennes exploitations de la Martinique, sont composés d'une trémie d'une contenance de 100 litres et d'un moteur électrique de 5 à 6 CV actionnant des couteaux pour le hâchage.

L'appareil est fait pour broyer des racines, des tubercules ou des fruits qui, additionnés d'eau, réalisent une bouillie plus ou moins épaisse appelée, selon le cas, "purée" ou "soupe".

On peut facilement incorporer directement à cette soupe, soit des sous produits comme des rebuts de récolte, soit des déchets d'abattoir, soit enfin des aliments complémentaires.

Dans la pratique, on détermine la fluidité par tâtonnements au cours de quelques essais préliminaires.

Il faut réaliser une ration aussi fluide que possible pour faciliter l'acheminement de la bouillie et le nettoyage des appareils. Mais il faut également, qu'elle soit suffisamment épaisse pour éviter des rations trop liquides et des transports d'eau inutiles.

En pratique, on étalonne les quantités d'eau à utiliser en fonction de l'état de mâturité de la banane de façon à obtenir la fluidité désirée. En règle générale, pour la banane verte, on obtient cette fluidité en ajoutant de l'eau à concurrence de 50 % du poids des bananes (ex. : pour 64 kg de banane, il faut 32 kg d'eau).

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Cette technique a été essayée sur deux exploitations. Dans chaque porcherie, on a mis en place trois lots de huit porcelets Large White de 25 à 30 kg chacun avec la même alimentation distribuée de trois façons différentes :

- un premier lot de huit porcelets Large White a reçu une "soupe" comprenant à la fois la banane et le concentré incorporés.

- un deuxième lot Large White a reçu la purée de banane uniquement le concentré étant distribué au sol séparément.

- un troisième lot témoin a reçu la même ration que les deux précédents mais sous forme de bananes entières en mains et de concentrés distribués séparément (méthode traditionnelle).

Tous les animaux ont eu la même nourriture, à savoir :

- à la période de démarrage : 5 kg de banane par porc et par jour + 1 kg de concentré à 30 % de M.A.T. par jour.

- progressivement, les rations de bananes ont été augmentées pour atteindre, dans le dernier mois de l'expérience, 8 kg de banane par porc et par jour + 1,500 kg de concentré à 28 % de matières protéïques brutes.

- les porcs ont, en outre, reçu 20 g de compléments minéraux vitaminés par tête et par jour.

Cette ration a été distribuée en deux fois : le matin et l'après-midi.

La composition du concentré employé était celle de l'aliment complémentaire banane généralement utilisé en Martinique, à savoir :

Composition type d'un aliment commercial "complémentaire banane"

Composants : maïs - issues de blé - tourteaux de soja
complément minéral azoté vitaminisé

Composition chimique :

- au minimum :

matières grasses	1,5	à	2,5	%
matières protéïques brutes	24	à	30	%

- au maximum :

cellulose brute	6	à	9	%
matières minérales	11	à	14	%

+ Vitamines A et D3 - parfois E.

PREMIERS RESULTATS ENREGISTRES EN MARTINIQUE

S'agissant de distribution de rations, les principaux avantages à escompter de la méthode ne concernent pas le croît proprement dit mais surtout, l'économie de banane, les temps de travaux et les possibilités d'utilisation de sous produits ainsi que des facilités pour le traitement des lisiers.

1°/ Croîts : les différences n'ont pas paru significatives entre les trois lots, ce qui s'explique probablement par le fait que les lots étaient trop réduits et qu'il est difficile en Martinique, de réunir à un moment donné, 30 à 40 Large White de race pure ayant des poids comparables et se trouvant dans un état sanitaire sanitaire satisfaisant. Par ailleurs, seule la présentation des rations à été différente.

Quoiqu'il en soit, dans les essais effectués jusqu'ici, les animaux recevant la ration de banane en purée avec complément incorporé, ont un gain moyen quotidien de 455 grammes, ce qui est considéré comme satisfaisant dans les conditions de la Martinique. Ce chiffre correspond d'ailleurs aux résultats obtenus expérimentalement au C.R.A.A.G.

En ce qui concerne la qualité des carcasses, il n'y a pas eu non plus de différences significatives. Dans le cas considéré, l'épaisseur du lard dorsail a été de 19,1 mm pour des animaux de plus de 80 kgs.

2°/ Appétence - Durée des repas et économie de bananes :

Les rations journalières distribuées en deux fois (matin et après-midi) ont été consommées dans les temps suivants :

- lot n° 1 (purée de banane avec complément incorporé)
  5 à 10 minutes - aucun refus

- lot n° 2 (purée de banane seule et complément distribué séparément)
  15 à 20 minutes - aucun refus

- lot n° 3 (mains de bananes entières et concentrée distribués séparément)
  temps de consommation : 25 à 50 minutes
  poids des refus : 7 à 9 kgs par jour pour une case de 8 porcs poids moyen des refus environ : 1 kg par tête et par jour.

Ces refus sont constitués essentiellement par des coussinets, des mains, des débris de hampe et des "peaux de bananes".

Les porcs cherchent à faire un tri en "épluchant" la banane et en laissant les parties les moins appétentes, ce qui n'a pas d'ailleurs que des effets défavorables.

3°/ Propreté des cases et temps de travaux :

Les différences sont surtout grandes entre le lot n° 1 (bouillie avec aliment complémentaire incorporé) d'une part, et le lot traditionnel d'autre part (bananes entières + concentré).

Dans le premier cas, les loges sont souillées uniquement par des excréments et dans le second cas, elles le sont à la fois par les excréments et par les refus de bananes que les porcs répandent dans l'ensemble des cases.

4°/ Conséquences en matière de pollution et de traitement des effluents :

pour mesurer les conséquences de ces constatations en matière de pollution, il faut rappeler qu'aux Antilles Françaises comme dans beaucoup d'autres régions de la Caraïbe, les populations n'acceptent plus d'être incommodées par les odeurs des déchets de distillerie ou de porcherie.

Tout bâtiment d'élevage de porcs d'une certaine importance est tenu de se conformer à un certain nombre d'obligations concernant le stockage et le traitement du lisier. Ces installations coûtent chères et c'est l'une des raisons qui freinent le développement de l'élevage porcin en Martinique.

L'utilisation de la banane en élevage porcin traditionnel c'est-à-dire sans broyage préalable des fruits en régime ou en mains est finalement très polluante non seulement à cause de l'importance des refus constitués surtout par des débris de hampe ou de coussinets, mais aussi parce que les eaux de lavage nécessaires pour enlever ces refus augmentent encore le volume à stocker et à traiter pour ne pas polluer les cours d'eau du voisinage.

Selon des études I.T.P. - C.T.G.R.E.F.{5}, si l'on fait intervenir ces eaux de lavage, le volume d'eau à stocker peut passer de 5 à 6 litres par équivalent porc et par jour à quelques dizaines de litres ("Porcherie et Environnement" Publication I.T.P. 1974).

Ces mêmes études ont démontré que tout ce qui favorise le gaspillage d'aliments augmente de façon importante, la charge polluante.

La préparation en soupe permet donc de supprimer les inconvénients résultant de la présence de ces refus de bananes dans les lisiers. Cette élimination va se traduire par des économies sur les dépenses de traitement des effluents de porcheries.

Les travaux de l'INRA sur les charges polluantes du lisier de porc en fonction du stade physiologique des animaux fournissent un certain nombre de données sur cette question.

Charges polluantes du lisier mesurées

en cage de digestibilité

	Porcelet de 12 kg	Porc en carcasse de 80 kg	Truie gestante de 200 kg (équivalent porc)
Matière sèche ingérée par kg/j	0,5	2,3	2,5
Feces en kg/jour	0,18	1,27	0,93
Urine en 1/jour	1,09	3,5	3,6
Matière sèche excrétée en g/j	68	446	349
DBO5 en g/jour	23,4	122,3	91,2
DCO en g/jour	48,5	333,3	290
N en g/jour	7,0	39,4	28,2

Tableau extrait de la publication "Porcherie et Environnement I.T.P. 1974".

Pour la compréhension de ce tableau, nous rappellerons la signification de quelques sigles et définitions.

Les fèces désignent les déchets solides agglutinés par une substance colloïdale renfermant les produits non digérés.

Le sigle DBO5 signifie demande biochimique en oxygène après 5 jours d'incubation.

DCO signifie demande chimique en oxygène - c'est la quantité d'oxygène apportée par un oxydant énergique comme le bichromate de Potassium.

Le rapport $\frac{DCO}{DBO5}$ permet d'apprécier la biodégrabilité d'un effluent. Plus ce rapport est élevé et moins l'effluent est biodégradable.

Les données de ce tableau représentent des minima car elles ont été obtenues d'après des animaux placés en cage de digestibilité.

En fait, il faut ajouter l'apport des charges polluantes dûes aux pertes et au gaspillage des aliments.

En l'état actuel de nos travaux, il est difficile de donner des ordres de grandeur s'adaptant au cas de la banane entière.

La valeur des différents critères utilisés en la circonstance peut varier de façon très importante avec un même aliment comme le montre le tableau ci-après :

	DBO	DCO	Matière sèche en suspension	Matières volatiles en suspension
Alimentation en soupe Lactosérum + farine	130 à 150	330 à 640	190 à 400	150 à 350
Céréales	150	600	430	370

Etude C.T.G.R.E.F. - E.T.P. publiée dans l'ouvrage "Porcherie et Environnement" I.T.P. 1974.

Dans la pratique courante, on peut, sur la base des sondages effectués au cours de ces premiers essais, estimer très approximativement à 150-350 grammes de matière sèche par jour et par porc, le poids des refus de bananes dans le système de distribution traditionnel.

En définitive, ce qu'il faut retenir au-delà des approximations que l'on vient de rappeler, c'est que l'élimination des refus rendue possible par la distribution en purée ou en soupe, facilite considérablement le stockage et le traitement des effluents de porcherie et permet ainsi de réaliser des économies sur les dépenses d'investissement et d'entretien qui se rapportent à ces opérations.

5°/ Utilisation de sous produits autres que la banane :

Dans les petites Antilles, l'utilisation des déchets d'abattoir et d'une façon générale, la récupération de ce que l'on appelle le cinquième quartier,

est souvent impossible en raison des faibles tonnages concernés.

L'un des objectifs poursuivis en Martinique est d'utiliser ces déchets d'abattoir après traitement pour les introduire dans la purée de banane, soit après simple cuisson, soit après un traitement plus élaboré de déshydratation.

L'intérêt de l'opération serait double :

- d'une part, elle permettrait d'économiser les devises utilisées à payer la farine de soja ou le maïs importé de l'extérieur.

- d'autre part, elle contribuerait aussi à rentabiliser le fonctionnement des abattoirs modernes qui viennent d'être installés dans nos régions.

En définitive, il s'agit de récupérer, à travers la production porcine, des déchets d'origine animale ou végétale que l'on avait jusqu'ici l'habitude de gaspiller, faute de chercher à mettre en oeuvre des techniques comme celles que nous venons d'avoir l'honneur de vous présenter.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

DIVIDICH (J. Le), GEOFFROY (F.), CANOPE (I.), CHENOST (M.). - "Utilisation des déchets de banane pour l'alimentation du bétail".

DIVIDICH (J. Le), CANOPE (I.). - Chemical composition, energy value and utilization of banana in swine feeding in tropical areas. Document, Seminar on the Utilization of Local Ingredients in Animal Feedingstuffs, Kingston, Jamaïca, April 1975.

Rapport d'étape C.T.G.R.E.F. 1974 et 1975 sur l'utilisation rationnelle des écarts de triage de bananes - Documents non publiés.

"Porcherie et Environnement" - Publication éditée par l'Institut Technique du Porc" (I.T.P. 1974 - Série III).

RESUME

La distribution mécanique de la banane sous forme de purée ou de soupe permet de supprimer pratiquement les refus de bananes en élevage porcin tout en assurant des gains moyens quotidiens de l'ordre de 450 grammes par animal et par jour.

La soupe ou la bouillie obtenue avec la banane et le complément banane du commerce est particulièrement appétente.

L'élimination des refus diminue notablement les travaux de nettoyage et facilite le stockage et le traitement des effluents de porcherie.

Ce procédé donne enfin des possibilités de récupération des déchets d'abattoir dans des conditions simples et économiques.

L'adoption généralisée d'une telle technique devrait permettre d'économiser des tonnages relativement importants de maïs et de tourteaux de soja.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 331-337, 1977.

INTERET TECHNICO-ECONOMIQUE DU SON FIN DE BLE DANS L'ALIMENTATION DU PORC EN FINITION

J. VINCENT[°] - J. LE DIVIDICH[°°] - I. CANOPE[°°°]

INTRODUCTION

Depuis l'implantation d'une minoterie en Guadeloupe, l'élevage de cette région dispose d'une certaine quantité d'issues de meunerie utilisables dans l'alimentation animale. Parmi celles-ci figure le son fin de blé, particulièrement intéressant en raison de sa disponibilité (6500 T produites annuellement) et de son coût largement compétitif avec celui de céréales importées. De plus, ce son de blé a une teneur élevée en azote (15 à 17 p. 100) et pourrait constituer pour les Antilles une source avantageuse de protéïnes.

Cependant parmi les travaux concernant l'utilisation du son fin de blé par le porc subsistent encore des divergences en ce qui concerne le taux optimum d'incorporation dans les aliments (BECKER et al., 1965 ; ROSENCRANS et al., 1968 ; NEUFVILLE et al., 1973 ; BOUARD et LEUILLET, 1974). De plus, peu d'auteurs ont étudié l'influence d'une incorporation à des niveaux importants de son dans l'alimentation du porc en période de finition.

Au cours d'une série d'essais effectuée à la Station de Zootechnie I.N.R.A. - Antilles-Guyane et dont les premiers résultats ont déjà été publiés par LE DIVIDICH et al (1975), nous avons essayé de préciser l'incidence technico - économique d'une incorporation croissante (de 15 à 90 p. 100) de son fin de blé sur les performances d'engraissement et de carcasses du porc en finition (à partir de 60 kg de poids vif) dans le contexte économique des Antilles Françaises.

I - L'ALIMENTATION

Le son de blé produit en Guadeloupe a une composition voisine de celle du son d'origine métropolitaine (tableau 1). Il est incorporé à des taux croissants en remplacement du maïs. Quatre lots de porcs en finition (tableau 2) sont utilisés. Les régimes sont iso-azotés avec environ 16,1 p. 100 de protéines, à l'exception de l'aliment à 90 p. 100 de son qui en contient 17,4 p. 100. L'aliment est distribué deux fois par jour sous forme de farine.

II - LES ANIMAUX

Les 28 animaux utilisés pour cet essai sont de race Large White. Jusqu'à la mise en lot, à 60 kg environ, ils reçoivent un aliment à base de maïs et de soja.

Au cours de cette expérience, les porcs sont répartis en 4 lots identiques en poids et nourris individuellement avec un des 4 aliments expérimentaux décrits plus haut.

Les animaux sont pesés tous les 14 jours. L'abattage a eu lieu vers 97 kg On a mesuré pour tous les animaux le rendement en carcasse $\left(\frac{\text{Poids net sans tête}}{\text{Poids vif}} \times 100\right)$ et l'épaisseur du lard dorsal après un ressuyage des carcasses d'une durée de 24 heures.

(°) Moulin du Garff - 56250 ELVEN
(°°) I.N.R.A. - C.N.R.Z. Station de Recherches sur l'élevage des Porcs, Domaine de Vilvert, 78350 JOUY-EN-JOSAS (France)
(°°°) I.N.R.A. - Antilles-Guyane, Station de Recherches Zootechniques, Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg (Guadeloupe) F.W.I.

III - RESULTATS

Les résultats de cet essai figurent dans le tableau 3. Jusqu'au taux de 45 p. 100 de son dans la ration, on ne constate aucun effet significatif du son sur la vitesse de croissance, la quantité d'aliment consommée quotidiennement et l'incice de consommation. Par contre, au taux de 90 p. 100, la vitesse de croissance et la quantité d'aliment journellement ingérée diminuent respectivement de 25 ($P < 0,05$) et 13 p. 100 et l'indice de consommation augmente de 15 p. 100 ($P < 0,05$).

Par ailleurs, l'effet de l'augmentation du taux de son dans la ration n'a pas d'effet significatif sur le rendement en carcasse et sur l'épaisseur du lard dorsal. Cependant on note une légère tendance à une diminution du rendement avec l'augmentation du pourcentage de son dans la ration. Cette tendance a été confirmée par une expérience récemment effectuée à l'I.N.R.A. et dont les résultats sont publiés par ailleurs (LE DIVIDICH et al., 1975).

IV - DISCUSSION

Nos résultats montrent qu'une incorporation de son fin de blé jusqu'à 45 p. 100 dans les aliments du porc en période de finition n'a pas d'influence notable sur les performances de l'animal. Cette conclusion s'oppose apparemment aux travaux montrant un effet dépressif du son sur l'ensemble de la période d'engraissement, à partir de 30 p. 100 d'incorporation (BECKER et al., 1965 ; ROSENCRANS et al., 1968 ; NEUFVILLE et al., 1973) ou même à partir de 20 p. 100 (BOUARD et LEUILLET, 1974). Mais c'est un phénomène normal car il est bien connu que le porc utilise mieux les substances cellulosiques à mesure que son poids vif augmente (BREIREM, 1958 ; CUNNINGHAM et al., 1962 ; HENRY et ETIENNE, 1969). Or nos essais concernant la période de 60 à 100 kg de poids vif.

La diminution de la concentration énergétique de la ration, consécutive à l'incorporation du son, n'est pas compensée par une augmentation de la consommation d'aliment et au contraire celle-ci diminue même au taux le plus élevé de son (90 p. 100). Ceci est en accord avec les données de BECKER et al. (1965) et ceux de NEUFVILLE et al. (1973). L'augmentation du volume de la ration due à l'incorporation de fortes quantités de son de faible densité permet d'expliquer ce résultats (PETERSEN et BAUMGART, 1971).

La faible variation de l'indice de consommation entre 15 et 45 p. 100 de son, suggère que le gain de poids vif/1000 Kcal digestibles augmente avec le taux de son conformément aux données antérieures de BECKER et al (1965).

En ce qui concerne les caractéristiques de la carcasse, la diminution du rendement, parallèlement à l'augmentation du taux de ballast cellulosique, est classiquement signalée par tous les auteurs précédemment cités.

L'augmentation du pourcentage de son dans la ration n'entraine pas, non plus, de variation significative de l'épaisseur du lard dorsal (NEUFVILLE et al, 1973 BOUARD et LEUILLET, 1974).

V - APPROCHE ECONOMIQUE

A partir de prix en vigueur en 1976, nous avons fait une première approche économique de l'incorporation de son avec des propositions croissantes dans l'alimentation du porc en finition.

Il y a peu de différence entre les 3 premiers lots quant à la durée de finition. Par contre, une incorporation de son jusqu'à 90 p.100 dans la ration se traduit par une augmentation de celle-ci d'environ 18,64 jours par rapport au lot 1. Le coût global de l'alimentation pour un porc est cependant inférieur de 39,74 francs par

rapport au lot 1 et ce malgré une consommation plus importante (+ 24,74 kg. Tableau 4). Le coût de l'aliment par kilogramme de porc produit passe de 5,05 F/kg pour le lot 1 à 3,98 F/kg pour le lot 4, soit une différence de 21 %.

Cette économie effectuée sur la nourriture ne doit pas faire oublier la charge supplémentaire liée à l'augmentation du temps nécessaire pour que les animaux atteignent le poids d'abattage.

Nous avons donc tenté une approche des répercussions économiques de cet allongement de la durée de finition, en prenant le lot 1 comme référence. Nous avons fait un calcul simple, mais de ce fait peu rigoureux, afin de minimiser l'interêt économique de cette amélioration technique et de le rapprocher de la réalité.

Nous nous plaçons dans le cas théorique le plus courant (R. F. RIDGEON, 1963 ; L. FERRIN, cités par LE DENMAT et al, 1971) où les coûts d'alimentation représentent 80 p.100 du prix de revient du porc pour l'engraissement.

A partir de ce résultat, nous effectuons le calcul figurant au tableau 5.

Le coût de l'aliment est $\frac{4}{5}$ du coût total, donc le reste représente $\frac{1}{5}$ du coût total et $\frac{1}{4}$ du coût de l'alimentation, soit : $\frac{186,91}{4} = 46,73$ F, cela pour une période de 53,62 jours, durée de finition du lot 1.

Le coût pour une journée est donc de :

$$\frac{46,73}{53,62} = 0,87 \text{ F}$$

En multipliant ce coût par jour supplémentaire de finition pour chacun des lots, nous obtenous le supplément financier lié à cette technique (tableau 6).

De plus, le rendement en carcasse étant moins bon avec le lot ayant le pourcentage le plus élevé de son dans l'alimentation, nous avons estimé la différence du prix de vente des carcasses de la façon suivante :

Poids vif x Rendement = Poids de carcasse (P.C.)
P.C. x Prix de vente du kg = Prix de vente de la carcasse.

Le poids de carcasse du lot 1 servant encore de référence, nous pouvons estimer la différence de prix de vente entre les carcasses (en considérant qu'elles ont toutes le même classement et que le prix de vente au kg est de 16 F), ce qui apparaît dans le tableau 6.

L'avantage financier de l'opération est donc la résultante du gain sur la nourriture diminué de la dépense qui revient au prolongement du séjour des porcs en finition et à la dépréciation de la carcasse. Cette différence est toujours positive. Pour le lot 4, elle est très intéressante, la marge étant encore suffisante pour absorber des fluctuations du marché des prix.

Ces calculs sont bien sûr théoriques et peu rigoureux mais ils permettent de montrer que cette amélioration technique peut également être intéressante sur le plan économique.

VI - CONCLUSION

En conclusion, une incorporation de son fin de blé jusqu'à 45 p. 100 dans les aliments semble sans conséquences défavorables sur les performances du porc en période de finition. Mais de plus, une incorporation de 90 p. 100, malgré les consé-

quences défavorables qu'elle entraine sur les performances des animaux, est rentable puisqu'un calcul économique simple montre que la marge finale pour l'éleveur est augmentée. Une telle pratique entrainerait dans le contexte économique antillais une économie importante d'aliment concentré et de protéïnes importées telles que les céréales ou les tourteaux.

Tableau 1 - Composition chimique du son fin de blé.

Composition (p. 100 du produit frais	Produit étudié	Son fin d'origine métropolitaine (HENRY et GAYE, 1969)
Matière sèche	89,4	85,2
Cendres	3,8	4,7
Matières azotées (N x 6,25)	16,4	16,2
Cellulose brute	8,3	7,2
Résidu A.D.F. (b)	9,6	9,7
Résidu N.D.F. (b)	34,5	33,5
Amidon	19,3	18,4 (a)
Energie brute (Kcal/kg M.S.)	4480	4513

(a) d'après THIVEND et al. (1965)
(b) selon VAN SOEST (1963), VAN SOEST et WINE (1967)

Tableau 2 - Composition des aliments (en p. 100)

REGIME	1	2	3	4
Son fin de blé	15,0	30,0	45,0	90,0
Maïs	71,0	58,0	45,0	3,0
Tourteau de Soja "50"	7,0	5,0	3,0	0
Prémélange (1)	7,0	7,0	7,0	7,0
Matières azotées (N x 6,25) p.100	16,2	16,1	16,1	17,4

(1) Prémélange azoté, minéral et vitaminique n° 4423, Allied Mills Compagny (Chicago, U.S.A.)

Tableau 3 - Résultats de croissance, consommation et abattage.
7 animaux par lot - Poids départ : 61 kg
Poids final : 97 kg

REGIME p.100 de son	1 15,0	2 30,0	3 45,0	4 90,0
Gain moyen (g/j)	660	660	679	512
Consommation d'aliment (kg/j)	2,49	2,52	2,53	2,19
Indice de consommation	3,61	3,81	3,74	4,28
Rendement en carcasse (p.100)	72,5	72,5	71,7	72,1
Epaisseur moyenne de lard dorsal)	28,6	31,7	28,2	28,0

Tableau 4 - Approche économique de 4 types de régime pour des porcs de 60 à 97 kg

REGIME	1	2	3	4
Durée de "finition" (en jours)	53,62	56,06	54,49	72,26
Consommation totale d'aliment (en kg)*	133,51	141,27	137,86	158,25
Coût de l'aliment (en Francs)* (1)	186,91	183,65	166,81	147,17
Coût alimentaire par kilo de croît	5,05	4,96	4,51	3,98
Pourcentage de chaque lot par rapport au lot 1	100	98,2	89,3	78,8

(1) Les calculs de coût sont faits à l'aide des prix des aliments en 1976.

(*) Données pour un porc

Tableau 5 - Calcul du prix de revient d'une journée pour un porc sans l'aliment.

- Période de finition
- Lot de référence : lot 1

Coût total de l'aliment : 186,91 francs

Prix de revient du porc : $186,91 \times \frac{5}{4}$ francs

Coût non imputable à l'aliment : $\frac{1}{5}$ du coût total → $\frac{186,91}{4} = 46,73$ F

Coût d'une journée : $\frac{46,73}{53,62^{*}} = 0,87$ francs

* Nombre de jours de présence du lot 1

Tableau 6 - Approche économique (en francs) Lot 1 : Référence
Données pour 1 porc

REGIME	1	2	3	4
Economie sur l'aliment	-	+ 3,26	+ 20,10	+ 39,74
Frais supplémentaires liés à l'allongement de la période de finition	-	- 2,12	- 0,76	- 16,22
Pertes sur la carcasse liées au rendement	-	0	- 12,42	- 6,21
Bénéfice par rapport au lot 1	-	+ 1,14	+ 6,92	+ 17,31

Le signe + indique les économies
Le signe - indique les pertes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BECKER D.E. et al. - Levels of wheat bran in meal and pelleted diets for pigs. J. Anim. Sci., 24, 873 (Abstr.), 1965.

BOUARD J.P., LEUILLET M. - Etude de quelques matières premières riches en cellulose chez le porc charcutier : avoine, son de blé, pulpe déshydratée. Journées Rech. Porcine en France, 61-69, I.N.R.A. - I.T.P. éd., Paris, 1974.

BREIREM K. et al. - Zellulose as Futter für Schweine. Z. Tierphys. Tierenähr. Futtermittelk., 13, 129-142, 1958.

CUNNINGHAM H.M., FRIEND D.W., NICHOLSON J.W.G. - The effect of age, body weight, feed intake and adaptability of pigs on the digestibility and nutritive value of cellulose. Canad. J. Anim. Sci., 42, 167-175, 1962.

FERRIN L. - City par LE DENMAT et al., 1971.

HENRY Y., GAYE A. - Observations préliminaires sur la détermination de la valeur énergétique des régimes à base de céréales chez le porc. Journées Rech. Porcine en France, 83-89, I.N.R.A. - I.T.P. éd., Paris, 1969.

HENRY Y., ETIENNE M. - Effets nutritionnels de l'incorporation de cellulose purifiée dans le régime du Porc en croissance-finition. 1 - Influence sur l'utilisation digestive des nutriments. Ann. Zootech., 18, 337-357, 1969.

LE DENMAT M., TEFFENE P., VANDERHAEGEN J. - Gestion économique d'un élevage de porcs, I.T.P. éd., 1971.

LE DIVIDICH J., CANOPE I., HEDREVILLE F., DESPOIS E. - Une nouvelle source énergétique et azotée pour l'alimentation du porc en finition aux Antilles : le son fin de blé, 1975.

NEUFVILLE M.H. et al.- Levels of wheat bran for growing finishing swine. J. Anim. Sci. 36, 195 (Abstr.), 1973.

PETERSEN A.D., BAUMGART D.B. - Influence of level of energy demand on the ability of rats to compensate for diet dilution. J. Nutr., 101, 1069-1074, 1971.

RIDGEON R.F., 1963, cité LE DENMAT et al., 1971.

ROSENCRANS W.W. et al. - Potato pulp, wheat bran evaluated for swine. N.-Dakota farm. Res., 26 (2), 15-20, 1968.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 338-343, 1977.

UTILISATION DES EAUX GRASSES PAR LES PORCS

J. C. HONORE[°] - M. JAMBOU[°]

INTRODUCTION

Les "Eaux grasses" ou déchets de cuisine et de restauration constituaient anciennement la base de l'alimentation des porcs. Les Etablissements d'enseignement, les hôpitaux, les casernes et de nombreux restaurants avaient jadis leur propre élevage de porcs.

Aux Antilles Françaises, l'utilisation de ces eaux grasses continue à s'effectuer sur une grande échelle. Les adjudications des eaux grasses des hôpitaux et des casernes de la Martinique font l'objet d'enchères de plus en plus élevées chaque année, ce qui montre bien l'intérêt présenté par cette source d'approvisionnement.

Même en Europe et en France en particulier, les difficultés actuelles du marché des céréales et des tourteaux ont donné un regain d'actualité à l'utilisation de ces déchets et c'est ainsi que les services spécialisés de la Région Parisienne et le C.T.G.R.E.F. de Rennes se sont livrés à des enquêtes auprès des producteurs et d'utilisateurs d'eaux grasses.

Il nous a paru interessant de communiquer aux éleveurs de la Région Caraïbe, les premières conclusions de ces travaux parce que ces questions d'utilisation de sous produits et de déchets nous paraissent revêtir ici, une importance toute particulière en raison du prix élevé des importations de maïs et de soja.

QUANTITE ET QUALITE DES EAUX GRASSES PRODUITES

Les enquêtes réalisées au cours de ces dernières années en région parisienne et aux environs de Rennes, auprès d'établissements de restauration collective, conduisent à des conclusions assez comparables.

- la production journalière d'eaux grasses dans un établissement est étroitement liée à la taille de cet établissement. Elle dépend également de la nature des menus présentés, des opérations de tri, (du pain notamment) réalisés, etc...

En moyenne, la distribution d'un repas occasionne la production d'un déchet de 160 g. Les valeurs extrêmes se situent à 50 et 200 g.

- les résultats de composition sont encore peu nombreux. Nous présentons ci-dessous, ceux obtenus en Bretagne (Rennes) et en région parisienne. Ils sont en concordance.

.../...

(°) C.T.G.R.E.F. Groupement de Rennes - B.P. 1312 - 35000 RENNES

Tableau 1 - Composition des eaux grasses (% du produit brut)

	RENNES	PARIS
Matière sèche	14,7	15,73
Matière Azotée totale	3,3	3,32
Matières minérales	1,39	1,13
Matières grasses	3,1	3,47
Extractif non azoté	6,41	6,21
Cellulose	0,5	0,35
Valeur fourragère...	0,240 UF/kg	0,249 UF/kg (1)
Coefficient de digestibilité	0,89	

Ils mettent en évidence la richesse des "eaux grasses" en lipides et en protéines brutes : chacun des deux éléments représente 22 % environ du produit sec.

PRESENTATION DES DIFFERENTS MODES D'ELIMINATION DES EAUX GRASSES ET LEUR COUT

Les eaux grasses se situent à la limite des produits secs relevant du ramassage public et des produits aqueux éliminés par la voie des égoûts. Aussi, leur traitement relève de plusieurs techniques possibles.

a) l'élimination par les égouts est cependant interdits - sauf dérogation spéciale - Elle nécessite un broyage préalable, une addition d'eau et pose des problèmes techniques notamment de dégrillage et d'exploitation des stations d'épuration.

Mais aucune facturation des frais correspondants n'est faite aux établissements producteurs. Il semble pourtant que le coût réel d'élimination des eaux grasses par les égoûts soit supérieur à 300 F/tonne.

b) l'incinération. Du fait de la teneur élevée en eau des déchets de restauration, c'est une technique nécessairement coûteuse.

Selon les responsables de l'usine d'incinération de RENNES, les frais par tonne traitée s'établieraient à :

30 F pour la collecte
150 F pour le traitement proprement dit.

Les coûts facturés aux collectivités s'élèvent seulement aux environt de 100 F et ne suffisent donc pas à couvrir les frais réels. Il n'est établi aucune correction en fonction du taux de matière sèche du produit à traiter.

c) la décharge publique contrôlé. Ce procédé n'a pas été observé en Ile et Vilaine. Il serait cependant peu onéreux : de 30 à 50 F par tonne.

d) l'utilisation dans l'alimentation des porcs

L'utilisation des eaux grasses par les porcs n'est envisageable que pour les productions non "atomisées". Celles des ménages et des petits restaurants sont donc exclues. A priori, on peut considérer qu'une production inférieure à 100 kgs d'eaux grasses, (soit l'équivalent de 500 repas) par jour, présente dans les conditions métropolitaines, peu d'intérêt pour l'éleveur de porcs. La collecte est alors en effet rendue difficile et les frais afférents sont élevés.

Cette pratique a l'avantage d'être très économique à la fois pour les établissements producteurs d'eaux grasses qui sont rémunérés par l'éleveur, et pour les collectivités qui se trouvent déchargées d'une partie des déchets à traiter. Pour la ville de Rennes, l'économie ainsi réalisée se situerait à 1600 F par jour (180 F x 9 tonnes) soit environ 500.000 F par an. Cette évaluation ne tient pas compte des difficultés propres à l'élimination des eaux grasses par l'incinération.

En contrepartie, la distribution aux porcs suppose que des matières non consommables, voire dangereuses (débris de vaisselle en particulier) soient retirées des eaux grasses sur les lieux de leur production.

Elle rencontre de plus, des oppositions de plus en plus marquées de la part du voisinage, et de sévères contraintes réglementaires liées aux risques accrus d'épizooties, par exemple de peste porcine. Notons à ce sujet, que la stérilisation des eaux grasses est obligatoire avant distribution.

Plusieurs voies d'élimination des eaux grasses sont donc offertes aux établissements de restauration collectives. La distribution aux porcs apparaît de loin la plus économique, mais l'intervention de tri préalable constitue un écueil important à son développement.

VALORISATION DES EAUX GRASSES PAR LES PORCS

L'enquête du C.T.G.R.E.F. a permis de recenser dans le département une vingtaine d'ateliers d'engraissement utilisateurs d'eaux grasses.

Ils se situent pour la plupart à moins de 15 kms de lieux de production d'eaux grasses et produisent au total quelques 5.000 porcs charcutiers par an. Leur taille est comprise entre quelques dizaines et le millier d'animaux.

Dans ces élevages, les besoins théoriques en aliments peuvent être évalués à 1.400 t par an, sur lesquels les eaux grasses représentent l'équivalent de 600 t, soit 40 % du total.

a) Valeur alimentaire théorique des eaux grasses distribuées, et marge espérée.

D'après les analyses (voir tableau plus haut), la valeur alimentaire des eaux grasses peut être estimée entre 120 et 240 F par tonne selon le taux d'utilisation des composants, soit en moyenne 180 F par tonne. Selon nos interviews d'éleveurs, les frais spécifiques d'utilisation des eaux grasses par les porcs se décomposent de la manière suivante par tonne :

reprise au restaurateur	30,00 F
transport	50,00 F
cuisson	30,00 F
Total	110,00 F

Les frais sont variables suivant les ateliers ; ils dépendent aussi de l'importance du stress sur animaux en période de rupture d'approvisionnement (con-

.../...

gés). En tout état de cause, il semble que la distribution des eaux grasses aux porcs laisse une marge nette dans tous les cas. Cette marge qui s'ajoute à celle obtenue habituellement par l'emploi des aliments du commerce est faible si la distribution est mal maîtrisée, et importante en situation normale.

b) Observations chez deux éleveurs de Bretagne (France)

L'analyse détaillée des conditions d'élevage aux eaux grasses n'a touché pour l'instant qu'un nombre limité d'animaux. Nous en présentons ici cependant quelques résultats partiels.

- <u>régime alimentaire appliqué</u>

la distribution de l'aliment se fait en continu sous forme de soupe.

. Elevage A - Les porcs reçoivent de la farine d'orge en début d'engraissement (25 kgs au total/porc). Les eaux grasses représentent ensuite le seul constituant de leur ration (850 kgs au total/porc).

. Elevage B - Chaque porc reçoit en moyenne journellement :

6 kgs d'eaux grasses
1 kg d'aliment complémentaire (à 80 % d'orge et 20 % de tourteaux de soja).

- <u>Performances techniques obtenus</u>

	Elevage A	Elevage B
Nombre d'animaux en début d'engraissement	24	39
Poids des porcelets à la mise à l'engrais	31,0 kgs	32,0 kgs
Poids vif d'abattage	106,6 kgs	108,7 kgs
Taux de mortalité	4,0 %	-
Durée moyenne d'engraissement	146 j	161 j
Gain moyen quotidien	510 g	475 g
Classement (% animaux classés en E.A.A. I et II)	0 %	28 %

Les résultats, eu égard à ceux obtenus sur les bandes suivies en gestion technico-économique par l'Institut Technique du Porc, sont médiocres.*

La difficulté de maîtriser l'alimentation doit en être responsable pour une part importante :

- les déchets de restauration, riches en lipides, favorisent le dépôt de gras. Un certain rationnement des animaux peut alors être appliqué, mais il entraîne une vive compétition à l'auge et des risques de pertes plus élevées que dans les conditions habituelles d'élevage.

De plus, la qualité de la soupe distribuée n'est pas constante.

(*) En 1975 pour 300.000 porcs charcutiers pris en compte :
G.M.Q. = 5,62 g
Indice de classement des carcasses = 2,46
Pourcentage de pertes et saisies = 2,01
I.C. = 3,65 - Gain de poids = 73,1

- les quantités distribuées par porc peuvent être brutalement augmentées (au lendemain d'un départ à l'abattoir) ou réduites (par fermeture du restaurant) sans qu'il y ait un ajustement par l'aliment complémentaire.

Aucun problème sanitaire n'est semble-t-il apparu directement en liaison avec l'utilisation des eaux grasses.

- Résultats économiques

Dans les conditions moyennes d'engraissement (résultats I. T. P. ci-dessus), le coût alimentaire s'établit actuellement à : 1,05 F x 73,1 x 3,85 = 280F

Dans l'élevage A, il comprend

. Orge	0,90 F x 25 =	22,5
. Eaux grasses	30,0 F x 0,850 =	25,5
Transport eaux grasses		10,0
Frais vétérinaires supplémentaires		5,0
Diverses charges liées aux eaux grasses		16,0
TOTAL		79,0 F

Il en découle par rapport au cas "classique", une économie sur le poste alimentaire de deux cent francs environ par porc, ce qui est considérable.

En déduisant 30 F d'écart de recettes consécutif à la différence de qualité commerciale entre animaux produits dans les deux systèmes d'élevage, on obtient approximativement la plus value par porc alimenté aux eaux grasses, soit la "marge sur coût alimentaire".

Le rapport entre les marges annuelles par place de porcherie se trouve sensiblement réduit du fait le l'allongement de la période d'engraissement des porcs aux eaux grasses.

(1) 1 UF = unité fourragère : unité d'énergie nette égale à celle qui est fournie par 1 kg d'Orge.

Elle correspond à : 1.883 Cal. pour les ruminants
2.222 Cal. pour les porcs

CONCLUSION

La récupération des eaux grasses pour l'alimentation des porcs est très certainement intéressante pour la collectivité, et pour les Etablissements de restauration. Compte tenu des données recueillies (qui restent à préciser) dans cette première phase de l'étude, l'avantage économique global devrait être de l'ordre de 30 F par millier de repas servis (coût des autres modes d'élimination plus versements opérés par l'éleveur, au restaurateur).

Pour les éleveurs de porcs, l'utilisation des eaux grasses procure un avantage par rapport aux autres aliments, malgré les frais de transport de préparation de cuisson et de distribution.

Mais ces éleveurs éprouvent un sentiment de doute sur leur avenir qui les fait hésiter à s'équiper pour poursuivre et améliorer l'utilisation des eaux grasses. Les interventions faites auprès d'eux par l'administration devraient prendre la forme de conseils techniques, même lorsqu'il s'agit de leur rappeler d'avoir à cuire les produits utilisés. Les arguments positifs ne manquent pas pour celà.

Mais encore faudrait il assurer un véritable appui technique, facilitant la mise en oeuvre des conseils prodigués. Les utilisateurs d'eaux grasses sont en effet généralement, des éleveurs dispersés, en marge de l'encadrement technique professionnel. Seule, l'Administration avec les Collectivités locales, semble capable d'assurer l'appui technique nécessaire.

Encore faudrait-il, que ce changement d'attitude et de forme d'intervention intervienne rapidement, avant que trop d'éleveurs ne se soient découragés, devant les difficultés qu'ils rencontrent, notamment ceux qui ne maîtrisent pas techniquement la valorisation des eaux grasses.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 344-359, 1977.

EFFET DE L'EPOQUE ET DE LA DENSITE DU SEMIS CHEZ DEUX VARIETES DE SOJA (*Glycine max.*) PLACEES DANS DES CONDITIONS PEDOCLIMATIQUES DIFFERENTES

P. LENCREROT (°)

Collaboration technique D. NAGOU et N. JEAN-BART

I - INTRODUCTION

Comme dans beaucoup de pays en voie de développement, la quantité de protéines disponibles dans la Caraïbe demeure nettement insuffisante pour couvrir les besoins des populations locales. C'est par des importations importantes qu'une partie des besoins est couverte alors que ces pays à vocation agricole pourraient envisager une production locale de protéines à partir des plantes connues pour leur richesse en azote. Or, quelques légumineuses à grain d'origine tropicale et subtropicale pourraient contribuer efficacement à cette production si on en maîtrisait mieux la culture.

C'est dans cette optique que nous nous sommes intéressés au comportement du Soja en Guadeloupe où l'on rencontre des conditions de sol et de climat assez variées.

II - RAPPEL DE QUELQUES DONNEES CLIMATIQUES RENCONTREES EN GUADELOUPE

Les conditions de sol rencontrées à la Guadeloupe sont signalées par COLMET-DAAGE (1969) et de CRECY (1976).

Une attention particulière sera accordée aux variations de la longueur du jour au cours de l'année, le Soja étant considéré comme une espèce sensible à la photopériode (AVRDC, INTSOY) qui modifie profondément les phénomènes de croissance, de développemnt et de maturation.

La figure 1 montre les courbes de photopériode pour quatre latitudes assez proches de celles de notre île ; la Guadeloupe située à 16° nord est assez proche des conditions de photopériode de Puerto-Rico où sont conduits bon nombre de travaux de INTSOY auxquels nous nous intéressons de près (fig. 1).

III - OBJECTIFS

Les objectifs de ces travaux peuvent être ainsi résumés :

- rechercher les périodes de semis les plus favorables à la production de grain,
- rechercher la densité de peuplement conduisant au rendement optimum.

L'étude est conduite à des époques différentes de l'année, en jour croissant (semis de février, avril...) et en jour décroissant (semis de novembre).

(°) Station d'Amélioration des Plantes - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (GUADELOUPE)

Par ailleurs, pour séparer l'interaction possible des effets du sol et du climat, un essai en vases de végétation sous serre est entrepris sur sol ferrallitique chaulé diversement fumé et un vertisol servant de référence.

IV - MATERIEL ET METHODES

a) Matériel :

Les essais portent sur deux variétés de Soja du commerce (Jupiter et Pélican) dont certaines caractéristiques (durée du cycle végétatif, place dans l'échelle de précocité) sont représentées au tableau 1.

Tableau 1

Quelques caractéristiques de 2 variétés de Soja étudiées en Guadeloupe à 16° de latitude nord (résultats d'essais sur vertisol).

Variété	Groupe de précocité	Durée en jours des phases de développement			hauteur des plantes (mm)
		Durée-floraison	levée-maturité	floraison-maturité	
Imp. Pélican	VIII	35-40	115	75-80	70-80
Jupiter	IX	50-55	130	80-85	40-50

b) Méthodes :

Les essais sont conduits dans deux types de sol et de climat différents (vertisol à St-François, sol ferrallitique à Duclos) et sous serre.

Au champ, ils ont tous pour objectif principal d'étudier l'influence de date de semis sur le développement de la plante. Ils doivent permettre de préciser ensuite les meilleures techniques culturales : densité de peuplement, inoculation, fumure.

Les expérimentations qui sont conduites tant à la Station de St-François qu'à Duclos peuvent être ainsi résumées :

1/ A Saint-François, situé sur vertisol calcaire de pH 7, les essais mis en place sont :

Essai a : semis du 27 février

7 densités théoriques de peuplement sur la variété Pélican (100-200 -250-300-350-400-450 mille pieds/ha). La variété Jupiter figurait à la densité théorique de 300 000 pieds/ha.

Essai b : semis du 21 avril à la densité de 300 000 pieds/ha

Essai c : semis du 6 novembre

2 variétés, Jupiter et Pélican

9 densités de peuplement 50-100-200.....700-800 milles pieds/ha.

2/ A la Station de Duclos située sur sol ferrallitique de pH 4,5, les essais sont :

Essai d : de comportement du végétal en semis échelonnés :
semis du 27 février, 21 avril, 7 novembre.

3/ Sous serre à Duclos

Semis d'octobre avec la variété Jupiter, 3 plantes par vase : graines inoculées par le *Rhizobium japonicum*.

L'humidité est maintenue quotidiennement à 40 p. cent de la capacité de rétention en eau, de chaque type de sol.

c) Fumure :

Dans tous les cas, on a apporté au champ avant semis, des doses uniformes de P_2O_5 et de K_2O (P = K = 200 u/ha) et 40 u/ha de N. Les graines sont inoculées par le *Rhyzobium japonicum* à la dose de 10^6 bactéries par graine.

En sol ferrallitique, un chaulage de 4 tonnes de CaO/ha est appliqué durant les labours.

- Sous serre, nous avons utilisé deux niveaux de chaulage 0 et 4 tonnes de CaO en sol ferrallitique. La chaux pouvant par ailleurs exercer un blocage du phosphore, nous avons apporté dans ce cas des quantités de phosphore et de potasse identiques (200 u/ha) ou doubles (400 u/ha) de celles utilisées au champ sur vertisol et sur sol ferrallitique (tableau 2).

Tableau 2

Niveaux d'alimentation PK, Ca utilisés pour chaque traitement en vase de végétation (N = 40 u/ha)

Nature du sol	Sol ferrallitique		Vertisol
Traitement	1	2	3
CaO (tonnes/ha)	4	4	0
P = K (u/ha)	400	200	200

Dans tous les cas, l'alimentation en eau a été non limitante.

V - RESULTATS

Dans ce paragraphe, nous traiterons successivement :

- de l'influence de la photopériode sur le développement de la plante (hauteur, nombre de feuilles, floraison, nouaison, maturation) et sur la production de grain et de matière sèche totale dans les conditions de sol et de climat de St-François et de Duclos.

- de l'influence de la densité de peuplement sur la synthèse de grain et de matière sèche totale à St-François sur vertisol à deux dates de semis diffé-

rentes (semis de février et de novembre).

V. 1 - Influence de la photopériode sur la morphologie et le fonctionnement de la plante

V. 1. 1 - Comportement de la plante à St-François (vertisol, zone sèche, pH 7)

a) La taille de la plante augmente lorsque l'implantation de la culture s'effectue en jour plus long. Le semis d'avril présente une hauteur de 25 p. cent supérieure aux plantes semées en février (fig. 2).

A la récolte, on note pour la variété Pélican une différence de hauteur de 20 p. cent entre le semis de février et de novembre (fig. 3) : la plante reste plus petite en jour court.

Pour la variété Jupiter, la hauteur des plantes varie peu avec l'époque de semis. Contrairement à la variété Pélican de groupe VIII, cette variété de groupe IX apparait mieux adaptée aux conditions climatiques de St-François et ses caractéristiques morphologiques subissent donc au cours de l'année des variations de faible amplitude.

b) Le nombre de feuilles vertes et de ramifications, nettement plus élevé lorsque le semis s'effectue en jour de plus en plus long (fig. 4) traduit bien l'aspect arbustif des plantes à ces époques. Cette masse foliaire garde, pour le semis d'avril, son activité sur une longue période (130 j contre 60 jours pour le semis de février) ; celle-ci ne décroit qu'à l'apparition des premières graines. Il résulte de ce déséquilibre entre les phases de développement quantitatif (photosynthèse) et qualitatif (reproduction) une production de graines relativement faible pour les semis en jour croissant.

c) Lorsque les conditions de photopériode sont favorables à la production de graines, on note que le semis de novembre conduit à un rendement supérieur de 28 p. cent environ à celui du semis de février (tableau 3). Cet écart de rendement peut être lié à un meilleur déroulement des phases de reproduction mais aussi aux phénomènes de transfert plus favorables pour le semis de novembre, qui conduisent à la formation de graines plus lourdes.

Tableau 3

Rendement en grain (qx/ha) en fonction de la date de semis, la variété, la densité de peuplement

Peuplement réel à la récolte en milliers de p/ha		85	125	200	250	300	375	Poids moyen de 100 graines (g)
Rendement qx/ha								
semis du 27 février (Essai a)	Pélican	12,5	14	20	22,5	25	-	14,1
	Jupiter	-	22	17,5	-	-	-	22,3
Rendement qx/ha								
semis du 6 novembre (Essai e)	Pélican	20	30	33	36	36,5	35	19,1
	Jupiter	22	32	37	40	41	35	30,8

d) L'époque de semis a une influence marquée sur la production totale de matière sèche pour la variété Pélican ; on note que la production du semis de novembre est supérieure de 40 p. cent à celle de février (fig. 5). Par contre, la variété Jupiter présente peu ou pas d'écart dans les limites de densités de peuplement de 100 à 200 000 pieds/ha.

En résumé, l'ensemble de ces résultats met en évidence un effet très marqué de la photopériode (ce qui confirme les résultats de KUELL HINSON (1974) tant sur la morphologie de la plante que sur la production quantitative. C'est ainsi que dans une même zone, pour les semis échelonnés en jour long, la plante évolue vers une forme buissonneuse plus sensible à la verse et les phases de développement (floraison, nouaison, maturation) s'effectuent difficilement et s'étalent anormalement dans le temps ; la production de graines de ces plantes diminue rapidement.

V. 1. 2 - Comparaison du comportement de la plante à St-François et à Duclos

Dans les conditions climatiques de Duclos (sol ferrallitique humide pH 4,5), le fonctionnement du Soja, au niveau des phases de développement, est très complexe : dès le semis de février, la floraison est anormale et accompagnée de nombreuses coulures au niveau des fleurs et des gousses. Dans tous les cas, les semis effectués à Duclos ont une productivité en grain inférieure de 60 p. cent à celle des semis analogues de St-François.

Ces différences sont-elles dues aux conditions de sol ou de climat rencontrées dans ces deux zones ? L'essai en vases de végétation sous serre montre que le sol ne semble pas être le facteur déterminant dans les phénomènes observés. Dans ce cas, le cycle de développement des plantes, la production de graines et de matière sèche totale ne présentent pas d'écart sensible (tableau 4).

Tableau 4

Résultats de l'essai en vases de végétation - Comparaison de différents traitements en sol ferrallitique et en vertisol.

	Sol ferrallitique	Sol ferrallitique	Vertisol
CaO (t/ha)	4	4	0
PK (P = K) (u/ha)	400	200	200
hauteur des plantes (mm)	372	359	350
MS totale/pied (g)	10,4	7	7,4
Poids de grain (g)	5,6	4	4,1
Poids de 100 grains (g)	19	17	16
Nb. moyen de gousses à :			
1 graine	2,5	2,1	1,2
2 graines	12,5	10,0	14,2
3 graines	0,25	0,33	0,88
Nb. total de gousses/ pied	15	16	14

Les modifications du fonctionnement de la plante entre ces deux stations paraissent être principalement sous la dépendance du climat. Notons encore le bas niveau de rendement en grain par pied (4g/plante) qui tend à confirmer l'influence du climat sur la production quantitative dans cette zone.

V. 2 - Influence de la densité de peuplement sur le développement de la plante :

- La figure 3 montre que la taille de la plante croît avec la densité de peuplement.

- Le rendement en grain (fig. 6, tableau 3), augmente avec le peuplement jusqu'à une densité de l'ordre de 225 à 300 mille pieds/ha selon l'époque de plantation (novembre ou février).

La matière sèche totale des organes aériens (tiges, feuilles, gousses vides et graines) augmente constamment avec la densité de peuplement (fig. 5) ; pratiquement linéaire jusqu'à 175 mille plantes/ha, l'accroissement de matière sèche se ralentit ensuite très nettement.

VI - DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans nos conditions climatiques, il semble que l'époque de semis la plus favorable au rendement en grain se situe au moment où les phases de reproduction se déroulent en jours courts (semis de novembre par exemple).

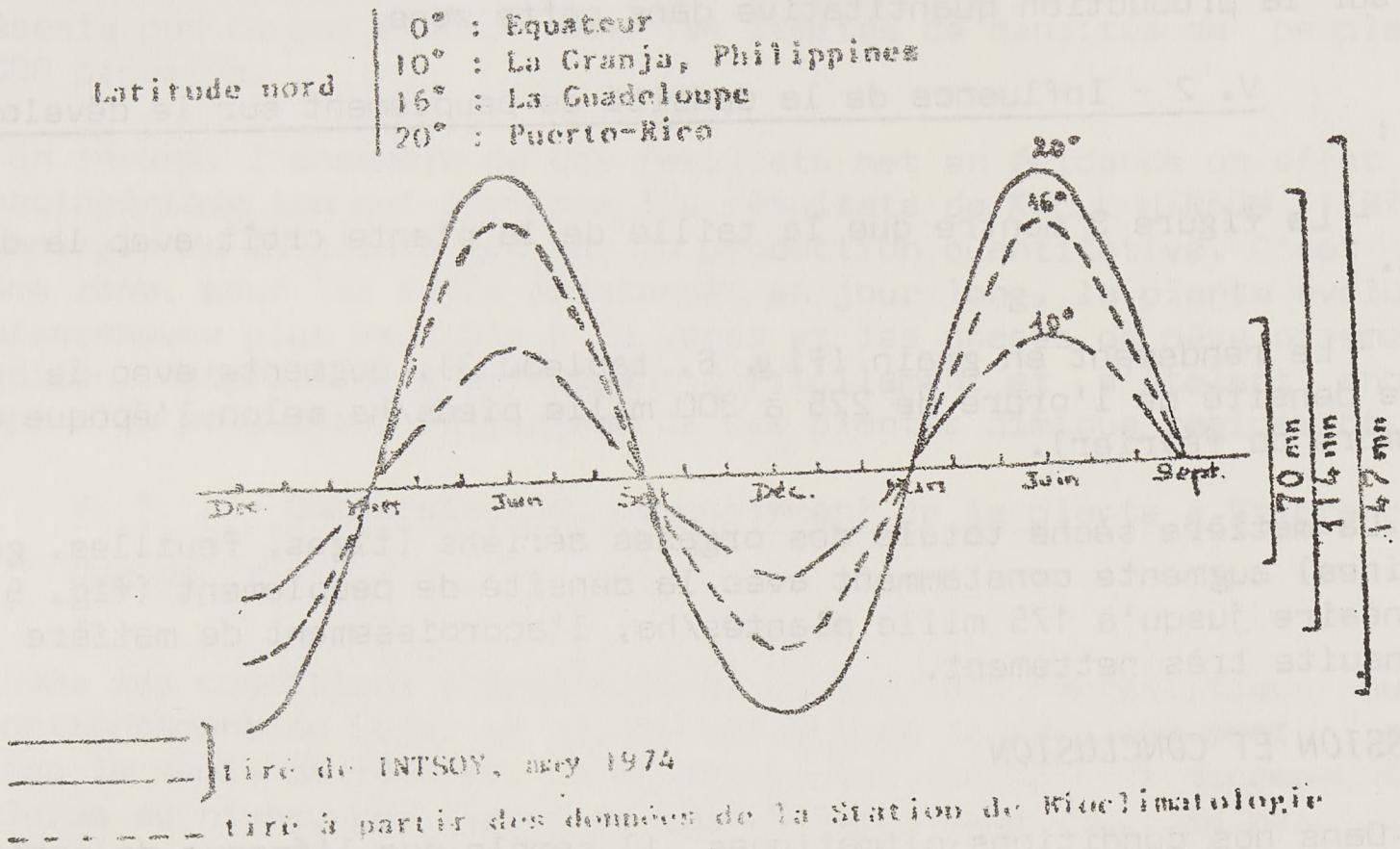
Les modifications observées dans les phases de croissance végétative et de reproduction semblent disproportionnées par rapport à la faible amplitude de la durée du jour (40 mn environ) pour les semis de février et d'avril. Tout se passe en définitive comme si ces réactions photopériodiques de la plante se produisent à partir d'un seuil et se déroulent selon une loi du "tout ou rien".

Les paramètres biochimiques et climatiques responsables du déplacement de l'équilibre entre phase de croissance et phase de reproduction en faveur de la phase de croissance sont nettement plus actifs dans le micro-climat de la Station de Duclos que dans celui de Saint-François.

La grande sensibilité du Soja aux conditions rencontrées dans les différents micro-climats montre que toute transposition, à des conditions climatiques différentes, des résultats de base obtenus dans une station donnée doit être envisagée avec beaucoup de prudence.

Figure 1

Photopériode en heures et centièmes d'heures.



——— }
——— } tiré de INTSOY, ary 1974
- - - - - - tiré à partir des données de la Station de Bioclimatologie

Figure 2

Croissance du soja selon : la date de semis et la variété.

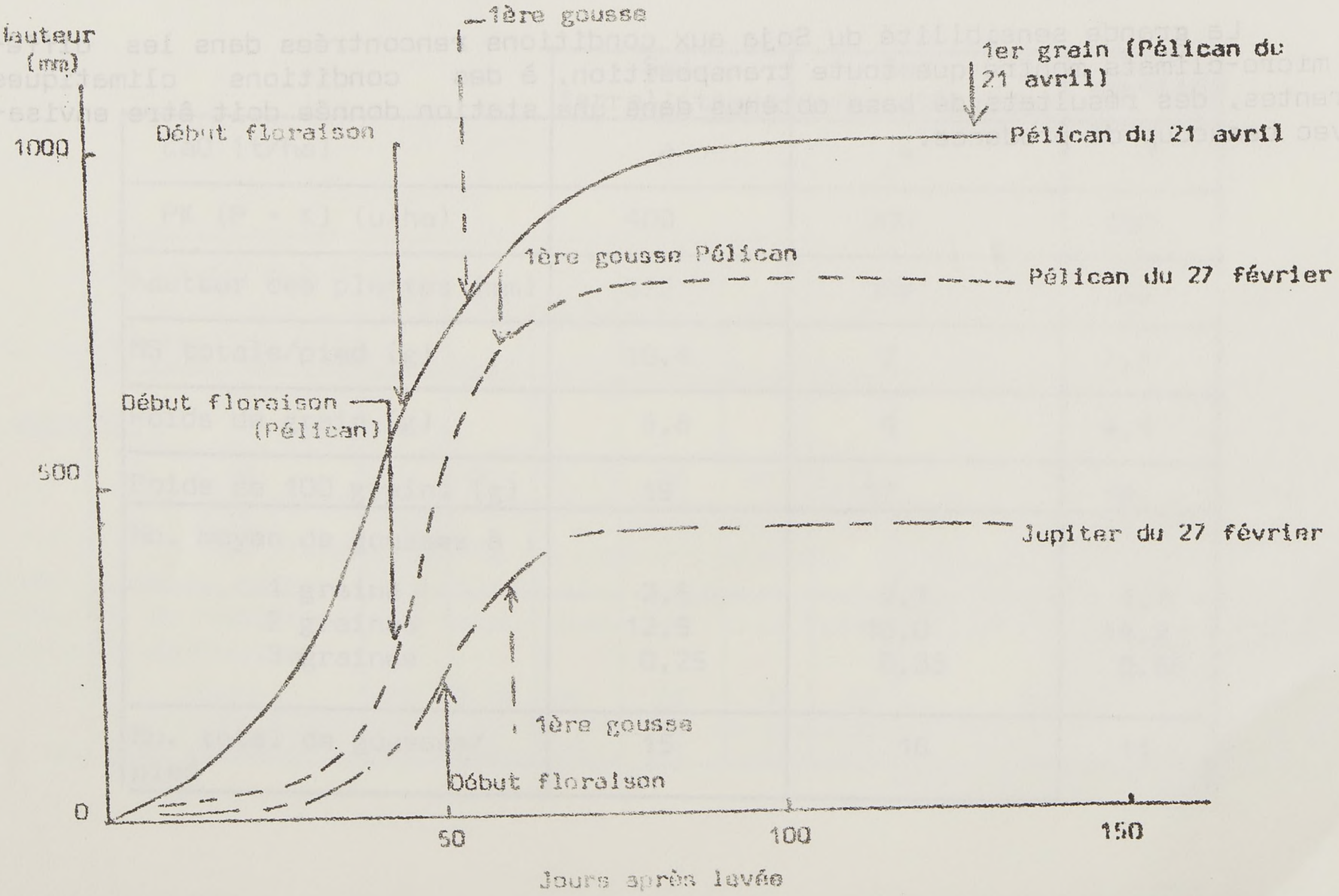


Figure 3

Hauteur des plantes à la récolte en fonction de la date de semis
la variété
la densité de peuplement

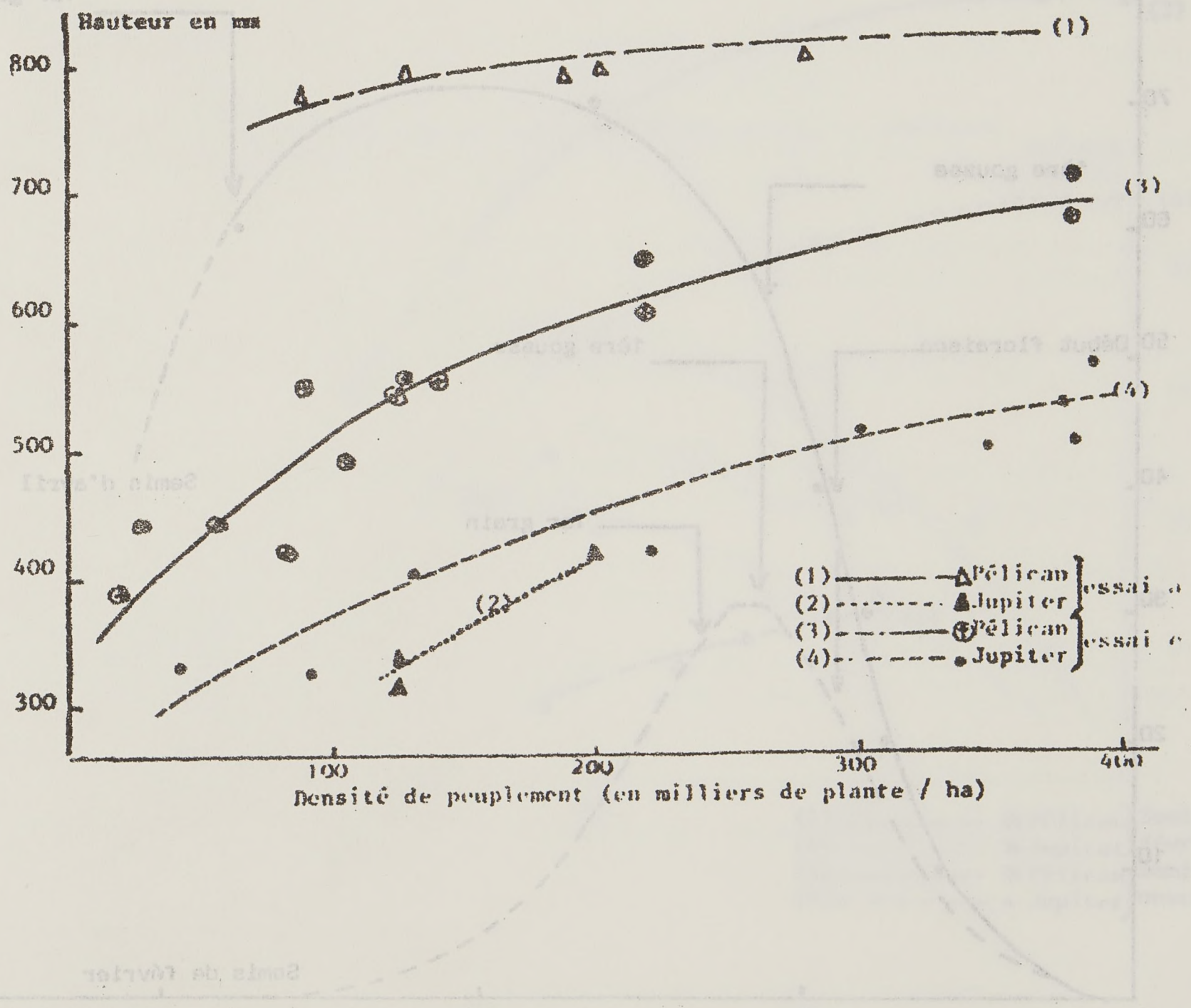


Figure 4

Nombre de feuilles par plante selon la date de semis
(var. Pélican)

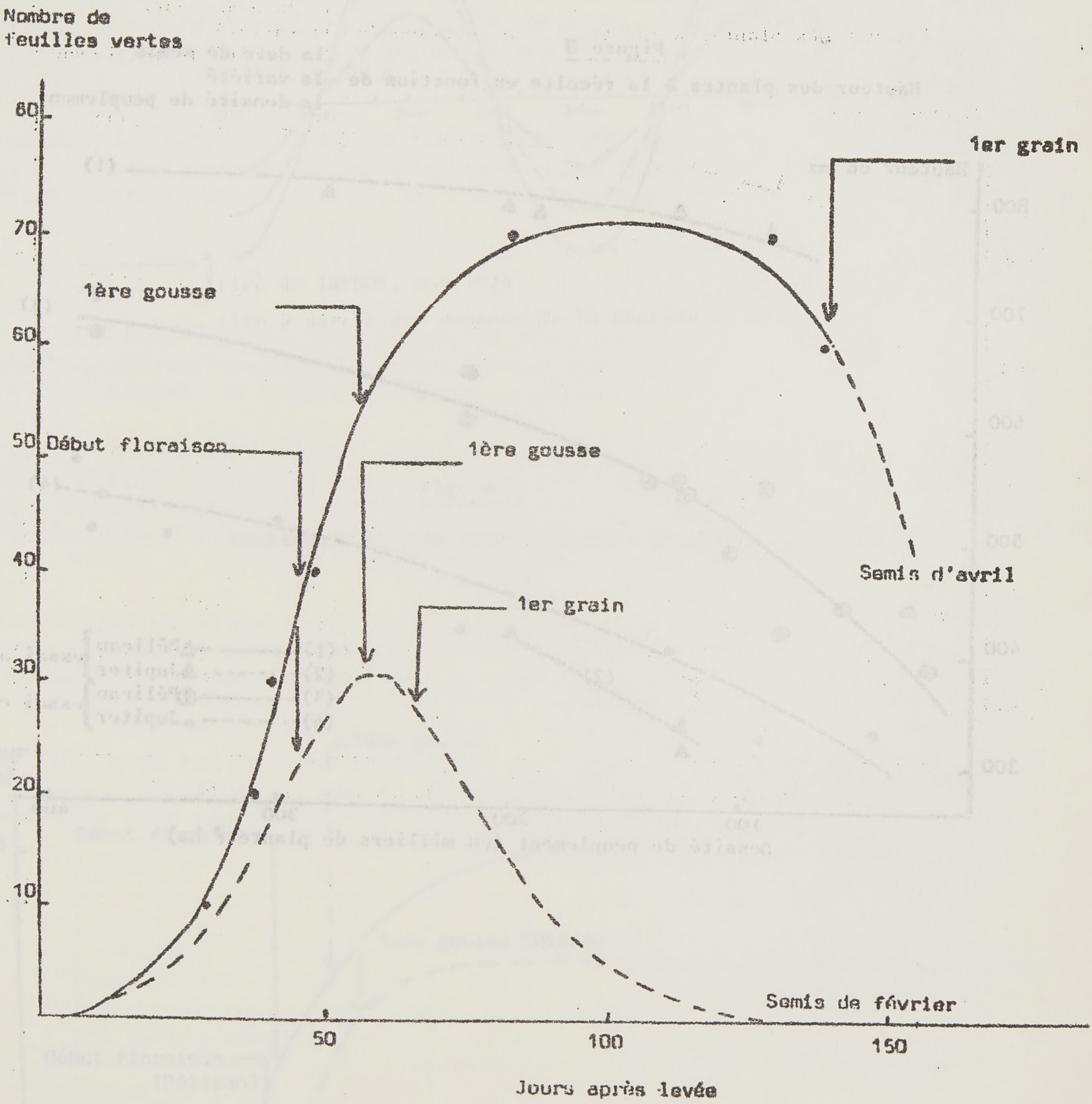


Figure 5

Matière sèche totale de l'ensemble des organes aériens
en fonction de la date de semis
la variété
la densité de peuplement

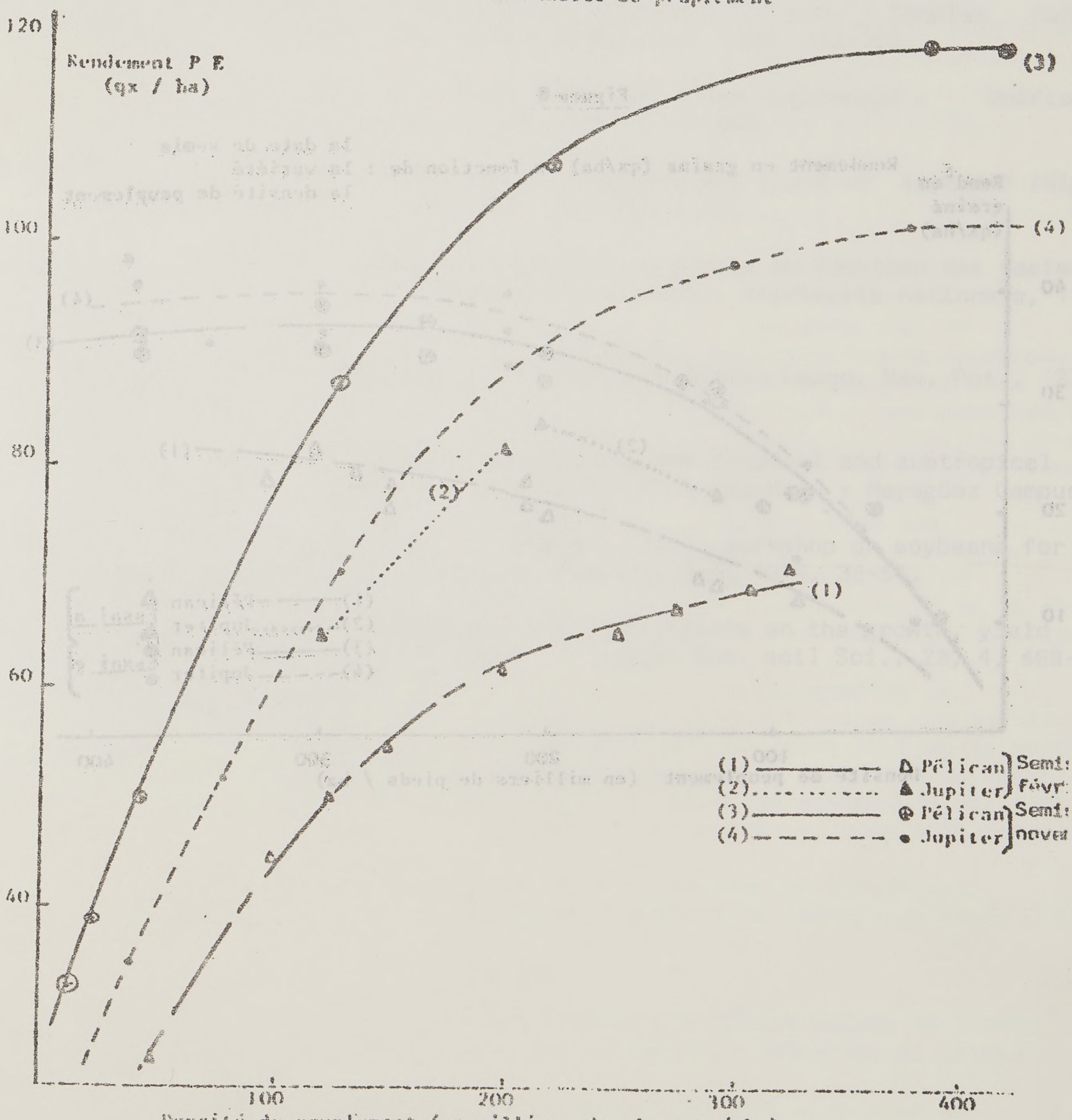
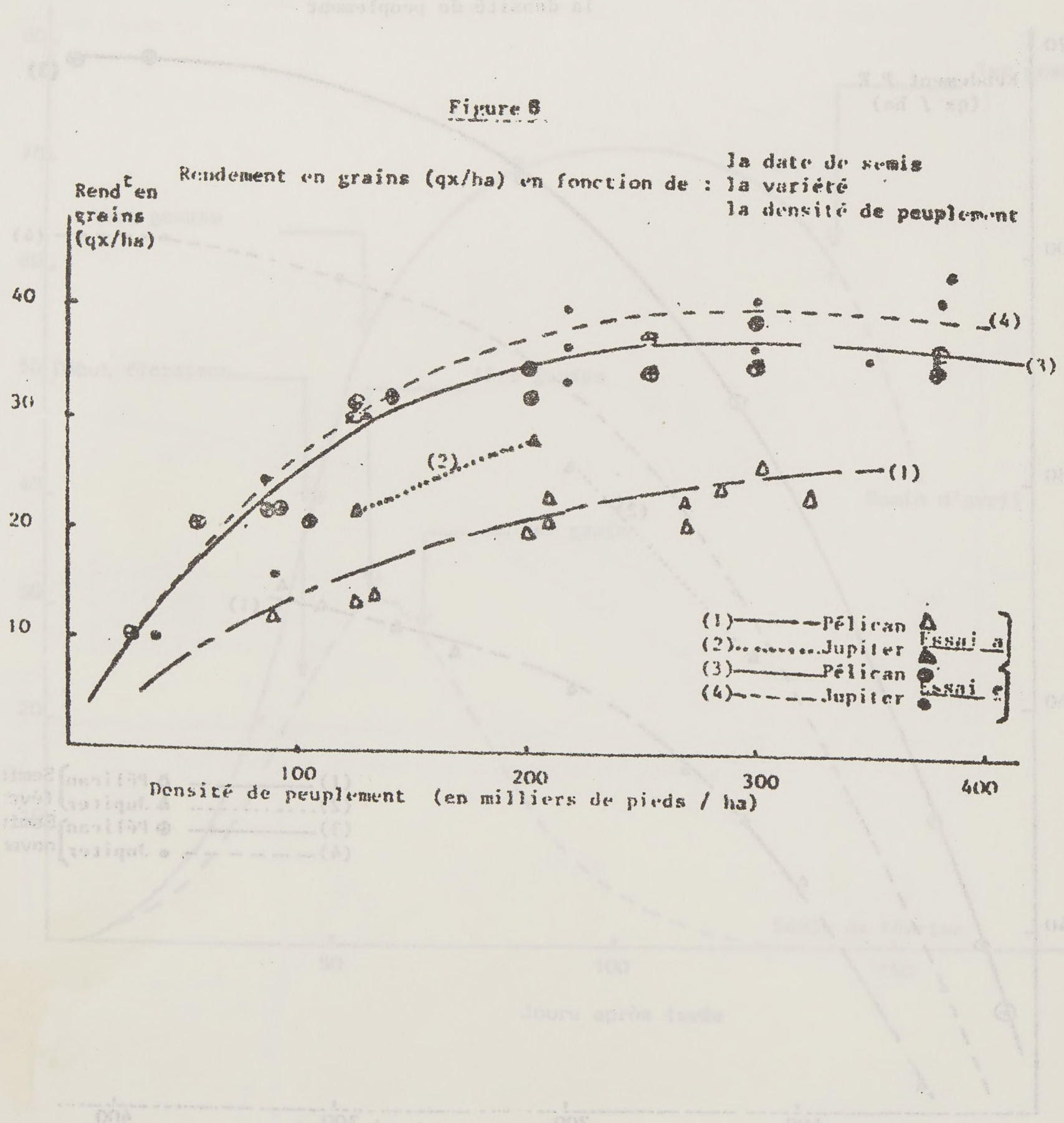


Figure 8


Rendement en grains (qx/ha) en fonction de : la date de semis
la variété
la densité de peuplement
Rendt en grains (qx/ha)
40
30
20
10
(1)
(2)
(3)
(4)
(1) Pélican
(2) Jupiter
(3) Pélican
(4) Jupiter
Essai a
Essai c
100
200
300
400
Densité de peuplement (en milliers de pieds / ha)

BIBLIOGRAPHIE

A.V.D.R.C. The Asian vegetable research and development center. Annual Report for 1974, 1975.

BANDOJA (J. B.), ISWARAN (V.). - Monthly planting and row spacing on the yield of two cultivars of Soybean under Lipa condition (Philippines). Mysore J. agric. Sci., 8, 347-350, 1974.

BOSC (M.). - Dynamique de l'alimentation phospho-potassique de plante dans le sol. Cultivar, janvier, 31-35, 1976.

COLMET-DAAGE (F.). - Aperçu sur les sols des Antilles. C.F.C.S. - Comptes rendus - 7ème Congrès annuel - Martinique-Guadeloupe, 1969, 242-250.

CRECY (J. de). - Dessèchement et réhumectation des pâtes argileuses : Unification des résultats. Ann. agron., 1975, 26, 6, 651-669.

ENYI (B. A.). - Effect of plant population on growth and yield of soyabean *(Glycine max)*. J. agric. Sci., Camb., 81, 131-138, 1973.

GESLIN (H.). - Etudes des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat. (température et radiation solaire). Imprimerie nationale, 116p., 1944.

HAQUE (I.). - Réponses des cultures à la potasse en Sierra Leone. Rev. Pot., 27, 7, 67ème suite, 1-8, 1974.

INTSOY. - Proceedings of the workshop on soybeans for tropical and subtropical conditions February 4-6, 1974, University of Puerto-Rico - Mayagüez Campus.

KUELL-HINSON. - Tropical production of Soybeans. Proc. workshop on soybeans for tropical and subtropical conditions, February 4-6, 1974, 38-54.

LUTZ (J.A.), JONES (G. D.). - Fertilizer and lime effects on the growth, yield and chemical composition of soybeans. J. Indian Soc. soil Sci., 23, 4, 469-476, 1975.

RESUME

Le soja étant une plante bien connue pour sa richesse en protéines, nous avons cherché par quelques essais préliminaires sur cette culture, à répondre aux questions suivantes :

- quelles sont les périodes de semis les plus favorables pour la production de grain,

- quelle est la densité de peuplement optimum.

Dans ce but, les expérimentations sont conduites en Guadeloupe sur deux variétés (Jupiter et Pélican) dans deux stations où les conditions de sol et de climat sont très différentes : à St-François sur vertisol calcaire de pH 7 et à Duclos sur sol ferrallitique de pH 4,5.

Des essais ont été placés dans les conditions suivantes :

- grains inoculés par *Rhizobium japonicum* à la densité de 10^6 bactéries par graine,

- fumure : P = K = 200 u/ha, N = 40 u/ha,

- irrigation évitant que l'eau soit facteur limitant.

En jour croissant (semis de février, avril) la plante prend une forme arbustive et un grand développement végétatif ; les phases du développement qualitatif (liées à la photopériode) s'accomplissent très mal. Ainsi, dès le semis d'avril, on note les anomalies suivantes :

- une floraison réduite de moitié par rapport au semis de février,

- un taux de coulure élevé aussi bien au niveau des fleurs que des gousses déjà formées.

En jour décroissant (semis de novembre), on obtient des rendements supérieurs de 28 p. cent à ceux obtenus en jours longs. Dans ce cas, il semble y avoir un meilleur équilibre entre la phase végétative et la phase de reproduction.

Les différences sont nettement plus marquée à Duclos qu'à St-François. Ces différences sont-elles dues aux conditions de sol et de climat rencontrées dans ces deux zones ? Un essai sous serre en vases de végétation, avec les mêmes fumures appliquées au champ aux deux types de sol montre que la nature du sol n'intervient pas dans les phénomènes observés. Ces modifications du fonctionnement de la plante paraissent être sous la dépendance du climat.

Les essais de densité de semis montrent qu'un peuplement voisin de 250 000 pieds/ha conduit au rendement optimum.

SUMMARY

EFFECT OF SOWING PERIOD AND DENSITY FOR TWO VARIETIES OF SOJA *(GLYCINE MAX.)* PLANTED IN DIFFERENT PEDOLOGICAL AND CLIMATIC CONDITIONS (GUADELOUPE)

As Soja is a crop well known for its protein richness, we tried by some preliminary experiments to answer the following questions :

- what are the best sowing periods to grain production ?

- what is the best sowing density ?

To these objectives, experiments were undertaken in Guadeloupe with two

varieties (Jupiter and Pelican) in two stations where the soil and climate conditions are very different : in Saint-François on a calcareous and pH 7 vertisol and in Duclos (Petit-Bourg) on a pH 4,5 ferrallitic soil.

These experiments where done in the following conditions :

- seeds inoculated by *Rhizobium japonicum* with a density of 10^6 bacteria/seed,
- fertilization : P = K = 200 u/ha, N = 40/ha,
- sufficient irrigation in order that water was not a limiting factor.

During length growing days (february and april sowings), the plant takes a shrubby shape and a large vegetation development, the qualitative development stages are badly done. So, as soon as the april sowing, the following irregularities are observed :

- a half-reduced flowering in comparison with the february sowing,
- a high blossom drop ratio as well for flowers as for already shaped pods.

During the length decreasing days (november sowings), the yields are 28 p. cent higher that ones of long period days. In this length decreasing days situation, it seems that there is a better balance between the vegetation phase and the reproduction phase.

The differences are more distinctly marked in Duclos than in St-François . Are the differences caused by the soil and climate conditions of every area ? An experiment undertaken in plant pots under a glasshouse with the same fertilizations as these ones used in the field for the two soil types pointed out that the soil nature has no influence in the observed phenomenous. These physiological modifications seem to be related with the climate.

The density trials show that a plantation about 250,000 plants/ha give the best yield.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 360-376, 1977.

THE RELATIONSHIP BETWEEN YIELD AND QUANTITATIVE SHOOT MORPHOLOGY AND THE DEVELOPMENT OF INDIVIDUAL LEAVES IN SIX TRINIDAD CASSAVA *(MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ*)* CULTIVARS

E.B. HOLMES(°) - L.A. WILSON(°)

INTRODUCTION

Cassava is a major starch producer in the third world, particularly in the wet tropics, having an estimated annual world production of 104.9 million metric tons (M.T.) (FAO 1974). Estimated production in the Commonwealth Caribbean is 50,000 M. T. all of which is used for direct human consumption. But with cassava's many uses (Neusbaum, 1970) such as a flour substitute (Chatelenat, 1970), in animal feeds and in starch-based industries (McCann, 1976) there is great scope for increased production to replace traditional import crop commodities, e.g; wheat flour, maize feeds, and starch.

Caribbean cassava productivities are low, particularly for small production zones, except for Barbados (Table 1) and well below the yield potential of the species estimated at 66-90 ton. $ha^{-1}.yr.^{-1}$ by Cock (1974). The main reasons for low productivities include in efficient agronomic techniques and low yielding local cultivars. Therefore, there is need to identify or to synthesize new high yield cultivars suitable for cultivation in different Caribbean ecosystems. However, since random breeding from both new and existing cultivars is time consuming and wasteful of genetic material (Donald, 1962), it would be better to establish suitable plant ideotypes and to select cultivars with the required characteristics from segregating populations, for further hybridization programmes (Donald, 1968).

The existence of characteristics which affected yield production in crops was discussed by Donald (1968), Wilson (1974) and other workers. And there appeared to be two main types of characteristics : Firstly, those constraints in the crop/soil environment which limited yield development of a crop but did not affect the yield of the species, i.e. soil type, nutrition etc. Secondly, those physiological or morphological characteristics produced by the plant genotype which determined yield potential of the species, i.e. leaf area, yield components etc. There is a need to identify both the constraints and determinants of yield for maximum crop productivity.

In an on going study, we have analysed the growth of six local cassava cultivars in order to identify morphological and physiological yield determinants and their interrelationships with final yield. Quantitative morphological data on the mature plants were presented at the Fourth International Symposium for tropical root crops (Holmes & Wilson, 1976). In this paper, interrelationships between quantitative shoot and leaf ontogeny and biological and economic yield in the same six cultivars are presented and discussed.

MATERIALS AND METHODS

Six local (Trinidad collection) cassava cultivars were grown in 1975, as previously described by Holmes and Wilson (1976). The cultivars were selected from local farmers ploits and were considered to be high yielding and "sweet". There were four broad, leaf-lobed cultivars, Whitestick I and II, Redstick and Maracas Blackstick, and two narrow, leaf-lobed cultivars, Around the World and Pie Pip.

At regular intervals during their growth, parameters of shoot morphology, i.e. number of branches, nodes, leaves and leaf scars respectively were recorded for 15 single shoot plants per cultivar. Individual leaf development and duration were also recorded for leaves emerging at 9, 14, 21 and 30 weeks after planting. At each period, the three smallest leaves per plant were identified and tagged and their petiole length, mid-lobe length and breadth, lobe number and stem internode lengths until maximum leaf size was achieved. Leaf area was calculated from linear leaf dimensions using the leaf rectangular area formula (Spencer, 1962). Average leaf area durations were computed from the area beneath a leaf area development curve to 50% abscission.

All measured data were subsequently analysed on the computer by Analysis of Variance using the subsample technique of Steel and Torrie (1962) with a Caribbean Agricultural Research and Development Institute's (CARDI) Computer Library Programme. Differences between treatment means were tested with Duncan's Multiple Range Test at $p = 0.05$ and $p = 0.1$ levels.

Table 1 - Cassava production and productivity in the Commonwealth Caribbean

Country	Production (ton x 10^3)	Productivity (ton/ha)
Barbados	1	26.7
Guyana	14	12.0
Jamaica	15	2.6
St. Lucia	15	
Trinidad & Tobago	5	9.0
Totals	50	12.6

RESULTS

Dry matter production and distribution, quantitative shoot morphology and economic yield data taken after 46 weeks of growth was presented by Holmes & Wilson (1976). From this analysis it was possible to identify three cultivar types on the basis of their biological and economic yields and harbest indices (Table 2). Close correlations between biological yield and parameters of shoot morphology were established (Table 3) within each cultivar. It was also proposed that excessive shoot development was linked to low harvest indices and that there might be a physiological barrier to achievement of hith harvest indices and high dry matter production in the same cultivar. Therefore, studies of the development patterns in the shoot and individual leaf were made to further elucidate interrelationships between these parameters of growth and yield in the six cultivars. The study was divided into two sections :

(1) Quantitative shoot ontogeny
(2) Quantitative leaf ontogeny

Table 2 - Classification of six cassava cultivars on bases of dry matter production and distribution and economic yield.

YIELD TYPES			CULTIVARS
A	High Dry Matter Production (30369 g.p.$^{-1}$ - 2997 g.p.$^{-1}$) Low Harvest Index (35.6 - 29.4)	High Economic Yield 2660 g.p.$^{-1}$ 2327 g.p.$^{-1}$	Whitestick I Whitestick II Redstick
B	Low Dry Matter Production (1885 g.p.$^{-1}$) High Harvest Index (52.5)	High Economic yield 2467 g.p.$^{-1}$	Maracas Black-stick
C	Low Dry Matter Production (1664 g.p.$^{-1}$ - 1424 g.p.$^{-1}$) Low Harvest Index 36 - 25	Low Economic Yield (1383 - 1191 g.p.$^{-1}$)	Around the World Pie Pip

1°/ Quantitative Shoot Ontogeny

Total leaf production was high in all cultivars (1231 N.P.$^{-1}$*-974 N.P.$^{-1}$), except Maracas Blackstick (664 N.P.-^{1}) after 46 weeks of growth (Fig. 1). Rates of node production were low in all cultivars up to 160 days (ave. rate 1.01 N.P.-^{1}) but differences between extreme cultivars were apparent and significant (p = 0.05). After 160 days, the average rate of node production in all cultivars was higher (5.10 N.P.$^{-1}$ dy.-^{1}). In this latter period, there were also significant differences between the low rate of node production in Maracas Blackstick (3.35 N.P.-^{1} dy. $^{-1}$) and the other five cultivars (5.15 N.P.-^{1} dy.-^{1} - 7.10 N.P.-^{1} dy. $^{-1}$).

There was proportionality between leaf production and leaf loss in all cultivars. Five cultivars had high (615 - 675 SP.P-^{1}) ## and one (Maracas Blackstck), low (318 S.P.-^{1}) scar number per plant after 46 weeks of growth. Leaf fall began approximately 90 days after planting and increased sharply only after 180 days. However there was a reduction in the rate of appearance of leaf scars at 160 to 180 days after planting which coincided with the onset of rapid leaf area production due to either a relative increase in node production or increased leaf duration or a combination of both. There were significant differences in the percentage leaf fall (p=0.1) between cultivars from 96 - 150 days after planting, but after 46 weeks of growth, when the percentage leaf fall ranged from 52 % - 60 %, these differences disappeared.

The pattern of leaf retention (Fig. 2) during development was similar to that for node production, there being five high leaf number cultivars (454 L. R.-^{1} - 584 L.R.-^{1})* and one low leaf number (Maracas Blackstick - 288 L.R.-^{1}) cultivar after 46 weeks of growth. These cultivar differences were significant at the p = 0.05 level As with node production there were two phases of development in leaf retention, the mean rate for all cultivars during the early period (0 - 166 days) was 0.65 L. R. -^{1} dy.-^{1} and in the later period of growth (166 - 325 days) 2.45 L.R.-^{1} dy. -^{1} . There was a brief period during development from 110 - 150 days when there was no increase and in the case of Maracas Blackstick even a reduction in leaf numbers retained. This coincided with the periods of early high leaf loss and low rates of node production, thus demonstrating the close relationship between leaf number, retention and node production and loss within each cultivar. However, final differences in leaf number between cultivars were due to differences in rates of node production, since there were no consistent and significant cultivar differences in the percentage leaf loss.

Data for number of branches per plant and mean number of nodes per branch are presented in Fig. 3. No branches appeared until day 80, after which time were slow increases in branch number up to day 170 in all cultivars except Maracas Blackstick in which branch number remained relatively consistent. After this time, branch number per plant increased rapidly through formation of axillary and flowering branches. Around the World had the highest final branch number (34.7 B.P.-^{1}).

In general, the high leaf number cultivars also had the highest branch numbers as the number of nodes per branch was similar in all cultivars, except in whitestick I, which produced some 19.2 branches and had a higher rate of leaf production per branch (58.8 N.B.-^{1}P-^{1}) than the remaining cultivars.

Since variations in the number of leaves retained per plant were related to relative rates of leaf production and leaf loss within each cultivar, and these rates were similar in all plants. Cultivar differences in leaf production became evident only after rapid branch production began. This pattern of leaf development was also observed in potato varieties (Das Gapta & Ghosh, 1973, and Taylor, 1973).

There were close correlations between leaf production and leaf retention to branch numbers in individual cultivars and over all cultivars during the period of rapid branch formation. This relationship was positive and highly significant (p = 0.001). Therefore, it was concluded that as the rates of leaf loss and leaf production

.../...

Table 3 - Correlation coefficients between total dry matter and leaf number, node number, leaf area, in six cassava cultivars.

Cultivars	Node No./Plant	Leaf No./Plant	Leaf Area/Plant
	Corr. Coeff. (r)	(r)	(r)
1. Redstick	0.84***	0.90***	0.55*
2. WhitesticK II	0.59*	0.52*	0.61*
3. Whitestick I	0.69*	0.88***	0.80***
4. Maracas Blackstick	0.89***	0.83***	0.76***
5. Around the World	0.85***	0.91***	0.83***
6. Pie Pip	0.90***	0.76**	0.25 N.S.
All Varieties	0.64***	0.56***	0.69***

*** r = 0.001
** r = 0.01
* r = 0.05

N.S. - No Significance

TABLE 4. COMPARATIVE ANALYSIS OF QUANTITATIVE LEAF MORPHOLOGY IN SINGLE PLANTS OF SIX CASSAVA CULTIVARS

	M.B.S.	White Stick II	White Stick I	Red Stick	A.T.W.	Pie Pip	Mean
Petiole Length (cms)	22.4	19.9	19.5	18.7	14.95	13.8	18.2
Means							
SE ±			0.7177				
	A.T.W.	Pie Pip	M.B.S.	White Stick II	Red Stick	White Stick I	
Midlobe Length (cms)	17.75	16.4	13.2	11.78	11.76	11.32	13.7
Means							
SE ±			0.5134				
	M.B.S.	White Stick II	White Stick I	Red Stick	A.T.W.	Pie Pip	
Midlobe Breadth (cms)	3.55	3.48	3.34	3.13	1.36	1.32	2.7
Means							
SE ±			0.1188				
	M.B.S.	White Stick I	White Stick II	Red Stick	A.T.W.	Pie Pip	
Lamina Area (cm^2)	140.3	101.7	101.42	89	81	44	92.9
Means							
	Red Stick	White Stick II	M.B.S.	White Stick I	A.T.W.	Pie Pip	
Stem Internode Length	0.975	0.89	0.874	0.827	0.8189	0.771	0.859
Means							
SE ±			.0344				

Cultivar means joined by straight lines are not significantly different at p = 0.01 (Duncans Multiple Range Test).

TABLE 5 THE EFFECT OF PLANT AGE ON LEAF DURATION IN SINGLE SHOOT PLANTS OF SIX CASSAVA CULTIVARS

Time After Planting to Leaf Appearance (WKS)	INDIVIDUAL LEAF DURATION (Dys)									
	9 Time to 50% Leaf-fall	X Range (DYS)	14 Time 50% leaffall	X Range (DYS)	21	X	30	X	Mean	X
White Stick II	77	49.93	82.5	49-121	93	50-121	40	14-48	73.1	14-121
Around the World	74.5	48.93	96.5	57-127	100	55-123	43	18-50	78.5	18-127
Pie Pip	69.5	49.93	107.5	55-127	93	63-117	46	18-53	79.0	18-127
White Stick I	66.5	49.87	75	53-113	82	55-91	42	14-47	67.	14-113
Maracas Black Stick	58	46-70	60	53-93	82	50-104	47	21-55	61.7	39-99
Redstick	58	45-78	62	55-93	82	57-99	43	39-48	61.2	14-127
MEAN	67.25	45.93	80.6	53-127	88.6	50-123	43.5	14-50		

* Average time to 50% Leaf fall of 45 leaves per cultivar

per meristem were similar over all cultivars, manipulation of leaf numbers could be best achieved through change in branch number. A similar observation was made for Columbian cultivars (C.I.A.T. 1975).

2°/ Quantitative Leaf Ontogeny

Cultivar Effects on Quantitative Leaf Morphology

Parameters of quantitative leaf morphology for each cultivar over all time periods and leaves are presented in Table 4.

Three cultivar types were evident on the basis of leaf petiole length : long (Maracas Blackstick), intermediate (Whitestick II, I and Redstick) and short (Around the World and Pie Pip). Differences between cultivars were significant at p = 0.05 level, but those between Maracas Blackstick and Whitestick II and Redstick and Around the World were also significant at p = 0.1. Long (Around the World and Pie Pip), intermediate (Maracas Blackstick) and short (Whitestick I & II and Redstick) cultivar types were also identified on the basis of midlobe lengths. The former cultivars were significantly different from Maracas Blackstick which in turn had significantly longer leaf lobes than the remaining three broad-leaved cultivars. There were only small differences between leaf lobe widths amongst the four broad-leaved cultivars (3.13 - 3.55 cms.), but both narrow-leaved cultivars had significantly smaller (p = 0.1) widths (1.32 - 1.36 cms.) than the rest of the cultivars.

Because individual lamina areas were calculated in this instance from the cultivar means it was not possible to compute standard errors. However, individual leaves of Maracas Blackstick had 38 % greater lamina area than those in the cultivar with the next largest leaf (Whitestick II), and lamina area in Around the World was 10 % less than the smallest broad-leaved cultivar, (Redstick), which suggested significant differences might exist between the six cultivars on the basis of individual leaf size.

Stem internode lengths ranged from 0.975 to 0.771 cms. with Redstick having the longest internodes and Pie Pip the least.

Therefore, in respect of all parameters of leaf size and leaf display, the four broad-leaved cultivars, particularly Maracas Blackstick, were superior to the thin-leaved low yielding cultivars.

Effect of Time of Leaf Appearance

Fig. 4 shows the effect of time of leaf appearance on mean leaf development over all cultivars. All parameters were smallest after 9 weeks of growth particularly petiole length and lamina area. Petiole length remained constant in leaves formed after week 14, as did leaf midlobe breadth, but midlobe length increased through week 30 to result in similar increases of lamina area. However, the lamina area which was also affected by midlobe breadth size and leaf lobe number showed only a small increase from week 21 to 30. Leaf size in Columbian cultivars also varied with plant age but mean leaf area increased only until the 16th week after which it declined (C.I.A.T. 1975). This was not the case in the six cultivars studied here.

Leaf Duration and Leaf Area Duration

There was great variation in the duration of individual leaves within each cultivar, as well as a long period from the fall of the first to the last within each time period (Table 5). Over all times, Around the World (78.5 days) and Pie Pip (79.0 days) had marginally longer leaf durations than the other cultivars and Maracas Blackstick (61.7 days) and Redstick (61.2 days), the least. These differences would be most clearly discerned after 9 and 14 weeks of growth, particularly in the short leaf duration cultivars. Plant age and/or the environment at time of

.../...

TABLE 6. THE EFFECT OF PLANT AGE ON INDIVIDUAL LEAF AREA DURATION IN SINGLE SHOOT PLANT OF SIX CASSAVA CULTIVARS

	INDIVIDUAL LEAF AREA DURATION (cm^2 DAY)				
Plant Age At Leaf Emergence (WKS After planting)	9	14	21	30	Mean
CULTIVARS					
White Stick II	5167.0	9,250.0	13,020.0	2,327.0	7690
White Stick I	4150.0	9,530.0	10,610.0	2,800.0	6772.5
Red Stick	3361.0	6,216.0	9,399.0	6,140.0	6279
Maracas Black Stick	4452.0	7,045.0	12,510.0	5,933.0	7484.5
Around The World	3838.0	11,536.0	11,118.0	2,480.0	7243.0
Pie Pip	4268.0	10,550.0	4,809.0	1,825.0	5463
MEAN	4206	9,021	10,244.3	3,584.2	

* Calculated from area beneath line of an area u time plot for each Cultivar. Time to 50% leaf abscission. Area measured on a Hayasmi denro Co. Ltd. Leaf area meter. Type AAM-5

leaf appearance affected leaf appearance affected leaf duration, with the leaves formed at 21 and 14 weeks having the longest and those at 30 weeks the shortest duration.

Individual leaf area duration (Table 6) which was a combination of lamina area and leaf duration and was a measure of the effective leaf assimilatory period, varied considerably between cultivars over all time periods (5463 cm^2. dy. - 7690 cm^2 dy.) with Whitestick II having the greatest and Pie Pip the least values. Though statistical analysis was not possible, the cultivars could be separated into three leaf area duration types : long (7690 - 7243 cm^2.dy.), intermediate (6772 - 6279 cm^2 .dy.) and short (5463 cm^2 .dy.). As with leaf area, the leaves formed after 21 weeks had the longest leaf area durations (10,244.3 cm^2.dy.) and those at 30 weeks the least (3584.2 cm .dy.). However, the pattern varied between cultivars, with Around the World and Pie Pip having longest leaf area durations in leaves formed after 14 weeks rather than 21 weeks. Moreover, Maracas Blackstick and Redstick did nos show the large reductions in leaf area duration after 30 weeks evident in the other cultivars. The longer leaf area duration in Around the World was a consequence of the longer leaf duration, rather than higher leaf area. It is suggested that the small leaf size in Around the World and low leaf area duration in Pie Pip were both contributory factors to the low dry matter production in these cultivars.

DISCUSSION

The analysis of shoot growth confirmed the existence of high and low leaf area cultivars. It also emphasized importance of branch production for leaf production and retention, especially as there were no apparent genetic differences in the rate of leaf production per meristem and percentage leaf loss. High rates of leaf turnover were due to continuing leaf production associated with the perennial scrub habit of the cultivars, allied to short leaf duration of the leaves produced. High leaf production might also have hastened leaf fall due to mutual shading of the lower leaves.

The was evidence of genetic variation in the leaf duration and individual leaf areas. However, these parameters were also susceptible to variations due to plant age and might also have been affected by the environment.

Low dry matter production in the cultivar types B and C (Table 2) might be partially explained by their pattern of shoot and leaf development.

In Around the World and Pie Pip low biological yields were probably the result of excessive leaf production and retention (average of 13 % above the mean leaf number over all cultivars), particularly during early growth during the dry season. Large reductions in crop growth rate at high leaf area indices were recorded in cassava (CIAT 1973) presumably due to excessive mutual shading and little vertical separation between leaves. With the short petioles and internodes in these two cultivars, the lower shaded leaves may be below compensation point which would hasten leaf fall.

The small individual leaf sizes and short leaf area duration would also lead to lower yield potential in Around the World and Pie Pip respectively.

The low dry matter production per plant of Maracas Blackstick compared with other cultivars might be explained by the low leaf number present throughout growth (39 % less than mean leaf number over all cultivars), resulting from the lack of branching. However, individual leaf growth and duration characteristics were suitable for high dry matter production in this cultivar which had the largest leaves, good leaf display and long leaf area durations. In fact, Maracas Blackstick had the highest dry matter production per leaf retained after 46 weeks of growth (6.52 g (nm) $leaf^{-1}$), when compared with the highest (Redstick 5.5. g (nm) $leaf^{-1}$) and the lowest (Pie Pip 2.84 g (nm) $leaf^{-1}$) yielding cultivars. The harvest indices of the three cultivar types (Table 2) could also be explained on the basis of their vegetative development.

Earlier, it was suggested that there might be a physiological barrier between high dry matter production and high harvest indices (Wholey & Cock, 1974, and Holmes & Wilson, 1976). With the need for a high number of meristems per plant to maintain the leaf numbers necessary for maximum biological yield, there will always be a strong shoot sink in existing high dry matter cultivar types. This sink will include meristems in the stem apices and young developing leaves receiving assimilate from mature leaves in the upper part of the canopy (Thrower, 1962). Thus the shoot presents as a highly competitive sink, particularly during tuber bulking which is coincident with the period of rapid branching in the cultivars studied.

On the basis of the work in this and our earlier paper, it is possible to suggest that the ideal high yielding cassava types will be those in which the apparent barrier between high biological yields and high harvest indices is broken. this coulb be achieved in a type with rapid early branching to give optimum numbers of well displayed large leaves, and in which further maintenance of the assimilatory surface during ontogeny is by long leaf duration rather than continued high rates of leaf production.

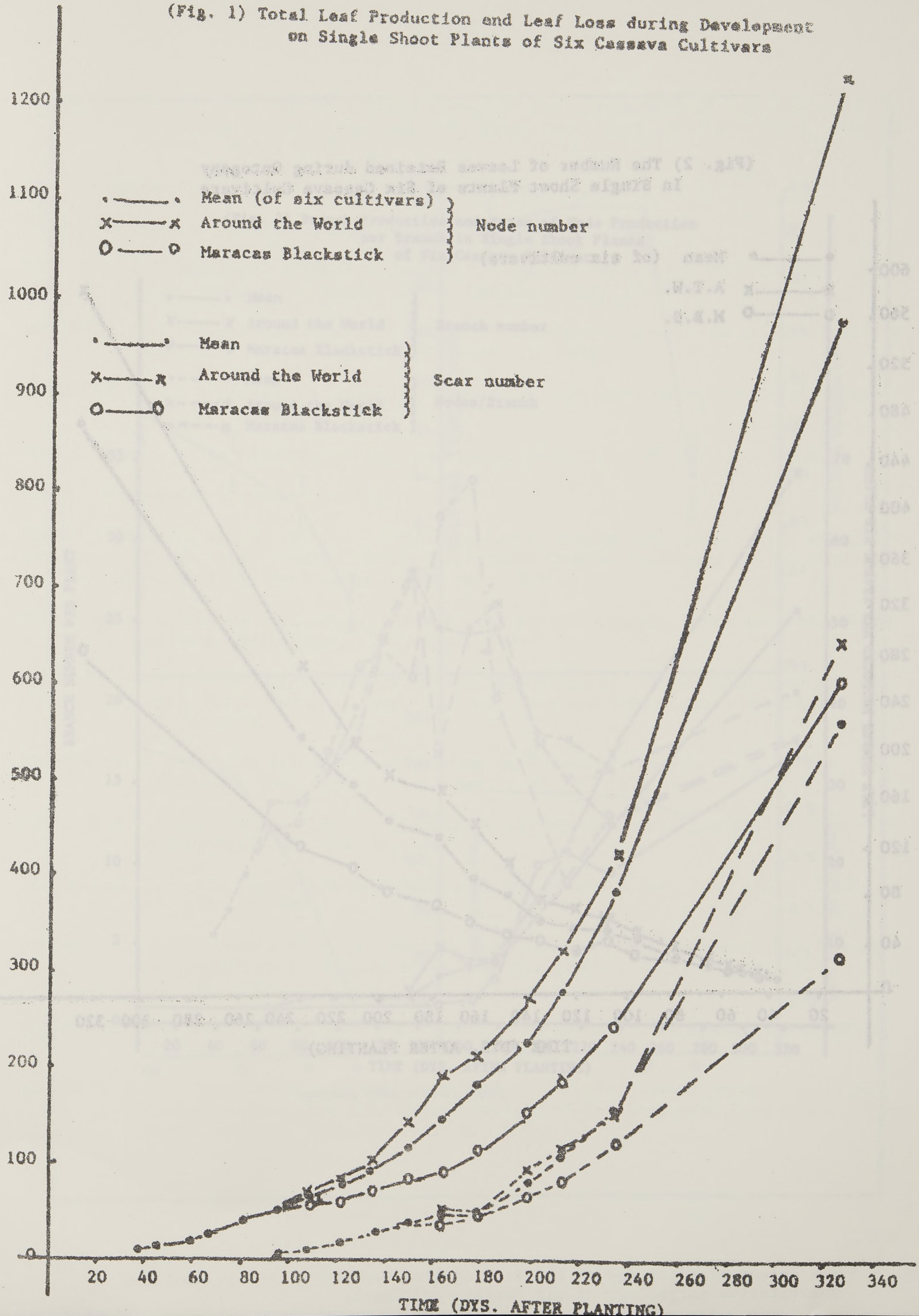
The identification of an annual cassava cultivar in which shoot senescence occurs at tuber maturity would further enhance distribution of assimilate into the tubers.

Cultivars with these characteristics have been tentatively identified here and in other collections and the subsequent synthesis of these characteristics into a single pure breeding line would be the objective of a hybridization programme.

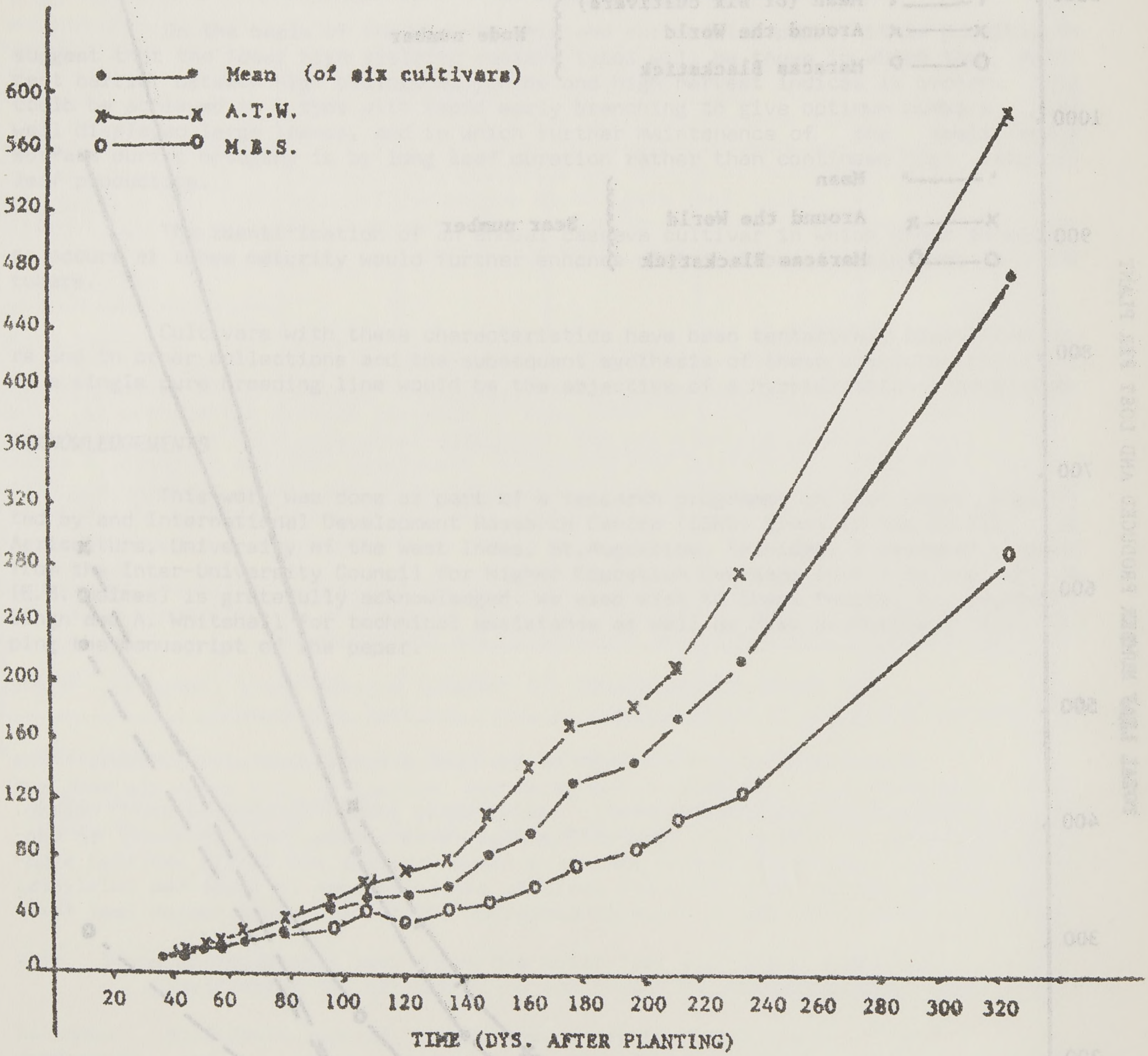
ACKNOWLEDGEMENTS

This work was done as part of a research programme on root crops supported by and International Development Research Centre (IDRC) grant to the Faculty of Agriculture, University of the West Indes, St.Augustine, Trinidad. A research grant from the Inter-University Council for Higher Education Overseas (U.K.) to one of us (E.B. Holmes) is gratefully acknowledged. We also wish to thank Messrs. A. Ragoobarsingh and A. Whitehall for technical assistance as well as Miss G. Mitchell for typing the manuscript of the paper.

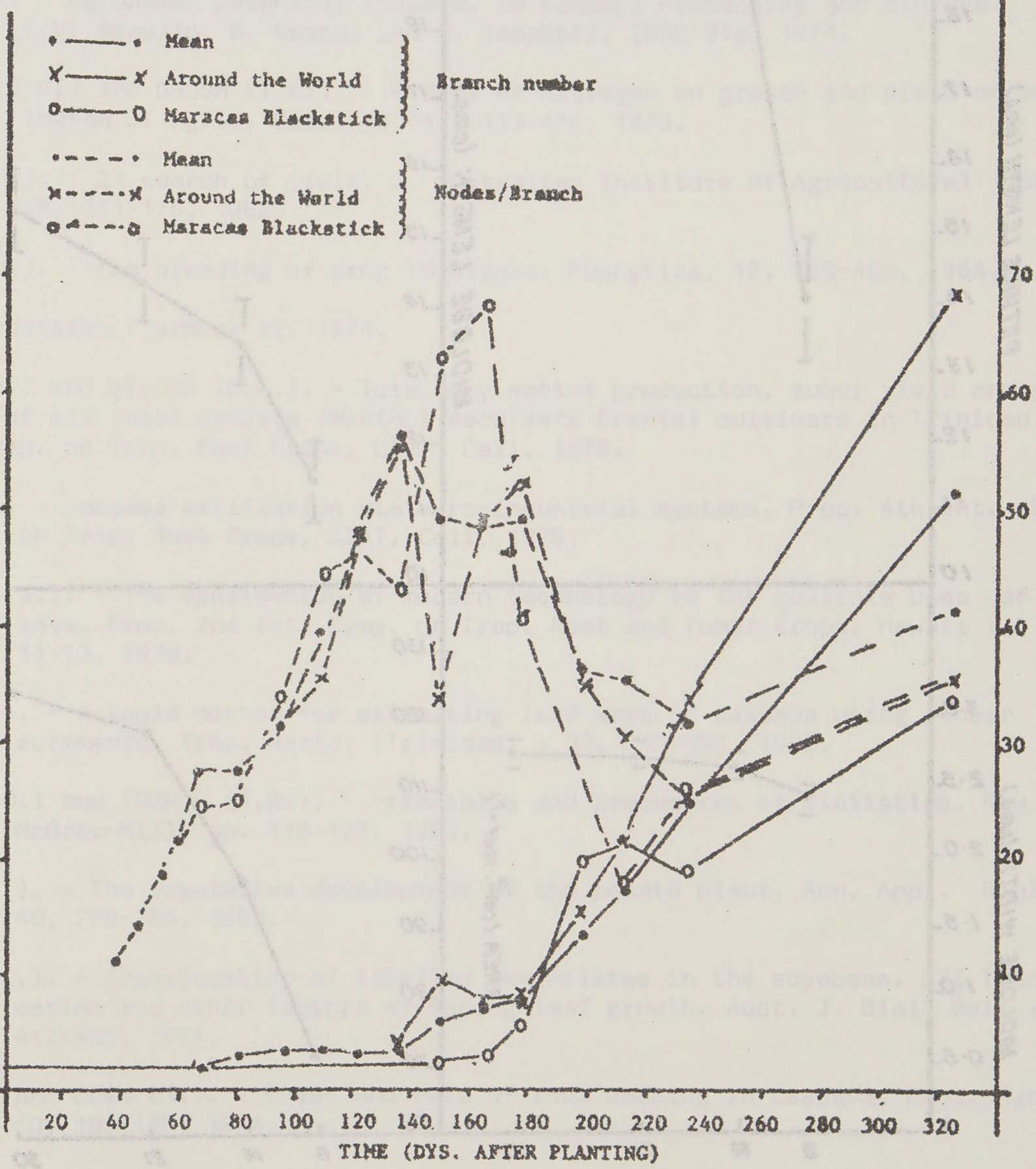
(Fig. 1) Total Leaf Production and Leaf Loss during Development on Single Shoot Plants of Six Cassava Cultivars



(Fig. 2) The Number of Leaves Retained during Ontogeny
In Single Shoot Plants of Six Cassava Cultivars



(Fig. 3) Branch Production and Rates of Node Production per Branch in Single Shoot Plants of Six Cassava Cultivars



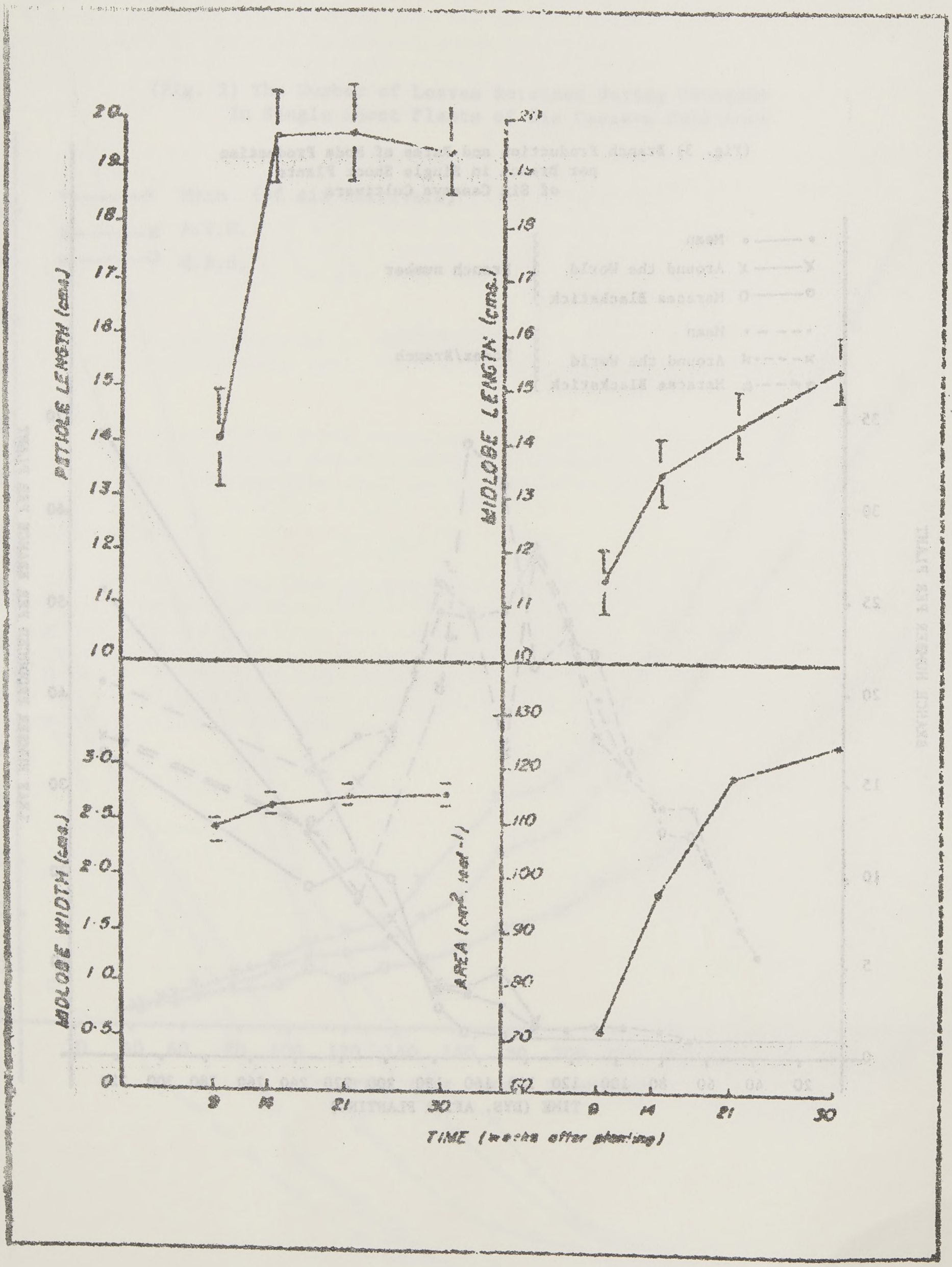


Fig. 4 - The Effect of Plant Age at the time of leaf appearance on the mean leaf quantitative morphology of six cassava cultivars.

REFERENCES

CHATELNAT (R.P.). - The uses of cassava starch in the development of (composite flour) bakery products. Proc. 2nd Int. Symp. Trop. Root and Tuber Crops, Hawaii 1 (2), 14-16, 1970.

CIAT. - Cassava production systems. Annual Report, CIAT, 59-118, 1973.

CIAT. - Cassava production systems. Annual Report, CIAT, 1975.

COCK (J.H.). - Agronomic potential cassava. In Cassava Processing and Storage. Eds. E.V. Araullo, B. Nestel and M. Campbell, IDRC-31e, 1974.

DAS GUPTA (D.K.) and GHOSH (T.K.). - Effect of nitrogen on growth and yield of potato Indian J. Agric. Sci., 43 (4), 413-418, 1973.

DONALD (C.M.). - In search of yield. J. Australian Institute of Agricultural Science 28, 171-178, 1962.

DONALD (C.M.). - The breeding of crop ideotypes. Euphytica, 17, 385-403, 1968.

F.A.O.- Procuction Yiarbook VI, 1974.

HOLMES (E.B.) and WILSON (L.A.). - Total dry matter production, tuber yield and yield components of six local cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars in Trinidad. Pro- 4th Int. Symp. on Trop. Root Crops, CIAT, Cali, 1976.

McCANN (D.). - Cassava utilization via agro-industrial systems. Proc. 4th Int. Symp. on Trop. Root Crops, CIAT, Cali, 1976.

NEUSBAUM (S.J.). - The application of modern technology to the multiple uses of cassava. Proc. 2nd Int. Symp. on Trop. Root and Tuber Crops, Hawaii ; 1 (2), 11-13, 1970.

SPENCER (R.). - A rapid method for estimating leaf area of cassava using linear measurements. Trop. Agric. (Trinidad) ; 39, 147-152, 1962.

STEEL (R.G.D.) and TORRIE (J.M.). - Principles and procedures of statistics. New York McGraw-Hill, pp. 119-123, 1960.

TAYLOR (C.E.). - The vegetative development of the potato plant. Ann. Appl. Biol. ; 40, 778-788, 1953.

THROWER (S.L.). - Translocation of labelled assimilates in the soyabean. III Translocation and other factors affecting leaf growth. Aust. J. Biol. Sci. ; 17, 412-426, 1964.

WHOLEY (D.) and COCK (J.). - Onset and rate of root bulking in cassava. Expt. Agric.; 10, 193-198, 1974.

WILSON (L.A.). - Improvement of yield potential in Caribbean sweet potato cultivars. A paper read at the 12th Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society. Jamaica, June 30 - July 6, 1974.

ABSTRACT

A study was made of the quantitative shoot morphology, development of individual leaves and their relationship to biological and economic yield in six Trinidad Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars. Two cultivar types were identified on the basis of leaf production and retention characteristics. These cultivar differences were related to the number of apical meristems produced and only became evident after the onset of branch production. There were no cultivar differences either in the pattern of leaf production per branch or in percentage leaf loss, during development, but there was evidence of genetic differences in the pattern of leaf development, particularly leaf size and leaf duration. These parameters showed variations which could be ascribed either to plant ontogeny or the prevailing environmental conditions. Reasons for low dry matter production and low harvest indices in the six cultivars are discussed in relation to differences in shoot and leaf development outlined.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 377-386, 1977.

MECHANIZED PLANTINGS OF CASSAVA STEM CUTTINGS ON PEATS AND PEATY CLAYS IN GUYANA

A.H. WAHAB[°] - P.F. ROBINSON[°] - I. HASSAN[°]

INTRODUCTION

Cassava is changing its status in Guyana from a traditional peasant crop to one of economic importance. Currently, four mills are being constructed to produce cassava flour. To ensure adequate supplies of cassava to these mills it appears necessary to establish several cultivations of over 500 ha each. In the event that labour is scarce which appears to be true at two of the plant locations it may be necessary to employ a combination of manual and mechanical cultural practices to achieve planned production rates. This paper describes (1) a machine for preparing cassava stem cuttings and (2) a device for planting on either ridged or flat beds. The characteristics of these machines are presented and compared with manual operations. Costs (based on local rates) and economic comparisons are developed.

MATERIALS AND METHODS

Equipment : Design Construction and Operation

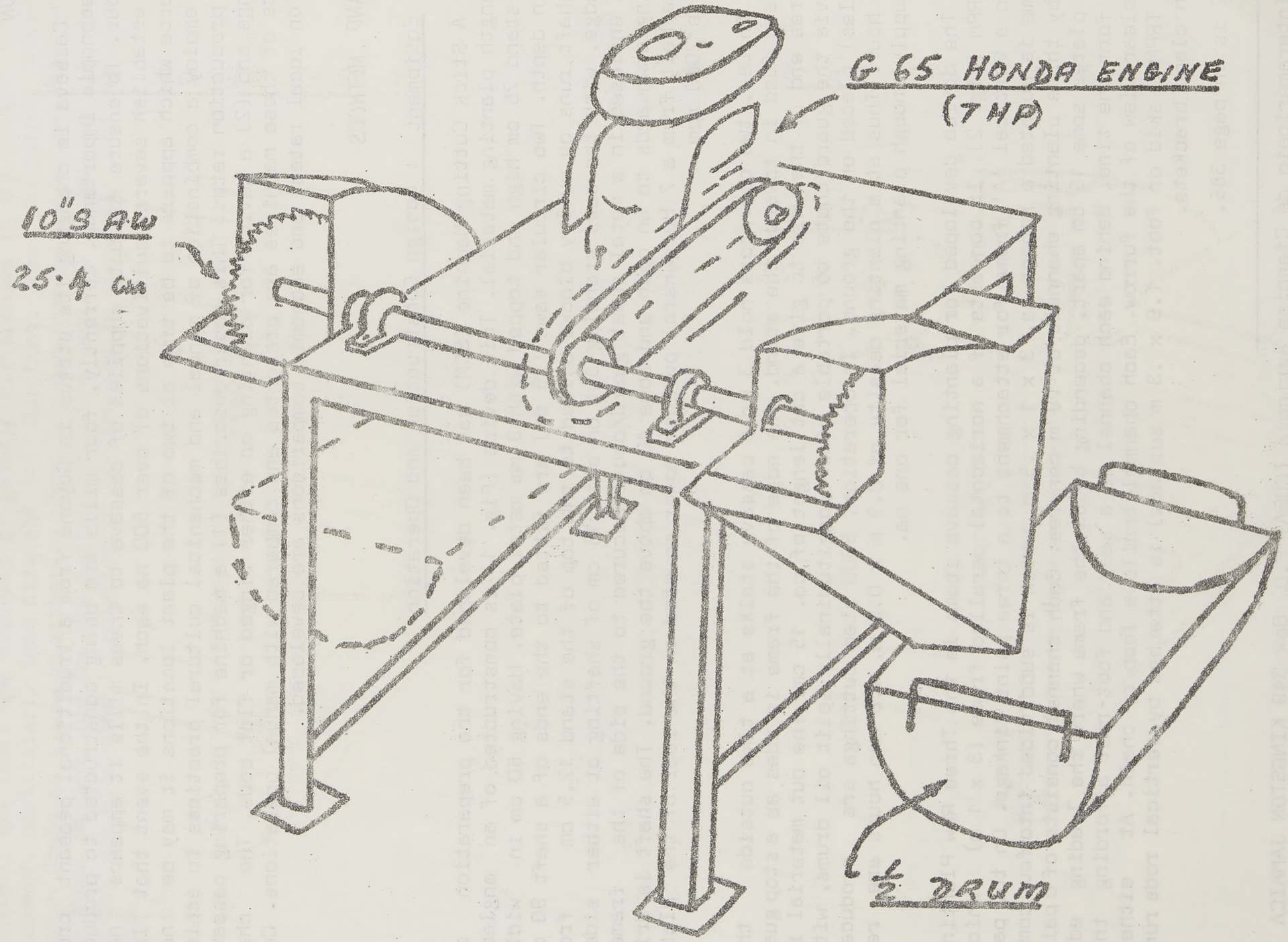
A Stick Cutting Machine (SCM) has been developed for the preparation of standard length planting material. This device (Fig. 1) is constructed of an angled-iron frame stand 75 cm high and topped with 6 mm metal plate. Having 60 cm in width and 75 cm in depth. Two circular saws (25 cm) are fitted to the ends of a shaft 90 cm long. The shaft runs on pulley blocks bolted to the top of the stand 12,5 cm from the front edge, with the saws standing out on some 15 cm of shafting at either side. Each saw is enclosed in a metal sheet guard/chute secured to the side of the frame, and extending downwards to an open end some 40 cm above the ground. The shaft is driven by a vee belt from a 7 Hp general purpose motor mounted on the rear of the platform, to give 2000 rpm.

In use, two operators hold 3 or 4 cassava stalks at a time outside the guard box, and feed in towards the stand. The edge of the frame is udes as a stop guage on the free end of the work to give a cut lenght of ca. 15 cm. The cut material is delivered, via the guard/chute to portable bins (longitudinally split oil drums, with welded handles) placed on the ground. In operation, 5000 stem cuttings are produced per machine hour. Thus at a planting density of 0.9 m x 0.9 m, 4.8 man hours are required to supply enough planting material for one ha.

The device developed for planting cassava stems is the Three Row Planting Machine - TRPM (Fig. 2)[*]. It consists of a horizontal paralled frame (3 x 1 m) which is welded to a vertical 'A' frame for attachment to a three point linkage. On the paralledl frame is mounted a hopper ca. 3 x 1 x .5 m, which is subdivided into four compartements by three planting channels at .9 m centres. Each channel consists of a pair of vertical plates some 15 cm apart, decending below the frame where the leading edges join to form the tine. Behind each channel is a seat and foot-rest affording the operator a clear view of the furrow. Each channel trails a loop of chain. At either side of the TRPM a skid or foot. (.9 x .3 m surface) is attached by vertical rods running through clamp brackets.

(*) figure 2 is on page 385.

(°) Studio Interaméricain de Ciencias Agricola (COEA) P.O. Box 349 KINGSTON JAMAICA


G 65 HONDA ENGINE
(7 HP)
10" 3 AW
25.4 cm
½ DRUM

In use, the TRPM, with three operators and some 400 kg stem cuttings is drawn by tractor (60 - 75 Hp). Each operator takes sticks from the hopper on either side of him and drops them singly, via the planting channel, into the furrow opened by the time. The sticks lie more of less flat in the furrow, and are lightly covered by the trailing chain. Planting depth is controlled by adjusting the height of the s-kids ; and apacing within the row approximated 0.9 m. Making out is unnecessary after the first pass the inner skid is guided just inside the track of the last outer skid.

Field Trials : Soils, Land Preparation, Planting.

Trials were conducted on an empoldered, drained site at Enmore Estate, Guyane. The site contained two soil types localled classified as Anira Peat (20) and Inki Clay (100) on which much cassava research has recently been focussed. These soils are extremely acidic (pH 3-4) infertile, high in organic matter (10 %) and marginal for conventional agriculture. Four plots were ploughed and rotovated : one 11 x 137 m (.15 ha) on Anira peat ; and three 16.5 x 137 m (.227 ha) each, on the Inki clay, separated by drains (.65 x .5 m). One of the Inki Clay plots was ridged, lenthwise, with ridges .3 m high and .9 m apart ; but no ridges ware made on the peat because of its excessively light and loose property when dry or merely moist.

The plots were planted in April 1975, immediately after land preparation and three weeks prior to the arrival of the longs wet season. Within each plot, rows 137 m long and 0,9 m (36 inches) apart were market out using the TRPM. Groups of three rows were randomly selected for mechanized planting, and intervening rows were planted by hand. All planting material material was obtained from variety Brancha Butterstick, aged 9 months, grown at field nursery.

Planting operators, mechanical and manual, sought to maintain .9 m spacing between plants. For mechanized planting, 12 - 15 cm long stems were prepared on the SCM and planted from the TRPM. Planting depth on the TRPM was adjusted at ca. 12.5 cm and the tractor was driven in low gear on planting passes. Records were kept of the rate of production on the SCM ; and of the planting rate, including time to load the hopper with planting material and for turns.

Manual planting was effected by experienced sugar cane planters (a not dissimilar process). A stalk, (intially 1 - 2 m long) was held in one hand a cutlass in the other. The soil was disturbed to ca. 12.5 cm depth, and one end of the stem was placed in the depression. The cutlass severed a length of some 15 - 23 cm which lay, rather than stood along a side of the depression where it was loosely covered with soil by the foot. Record was kept of the time taken per row (137 m), including time to bring the sticks from the edge of the field.

Management and Observations

All plots and all rows were similiarly limed, fertilized and intensively managed throughout the experiment. Established plants were counted, at 35 and 52 days, in five arbitrarily selected row lenths of 27.5 m for each treatment in each plot. This permitted a comparison of average planting density achieved with standard density intended (100 plants per 91 m). Fresh root yield was sampled at 12 months, from five arbitrarily selected sequences of 25 plants in a row for each treatment, and extrapolated to ton/ha via the sampled row lengths.

RESULTS AND DISCUSSION

Timings established for the various elements of the mechanized planting operation (table 1) indicate an overall rate of .32 hectare per hour or 3.125 hrs per hectare planted. There was no difference in the mechanized planting rate on ridged and on flat beds. The times would of course vary with other circumstances, including row length, spacing, and length of sticks (i.e no. of sets per hopper load). Table 2

indicates that mechanized planting is indeed labo ur saving, absorbing only 17.3 man-hours per hectare inclusive of tractor, TRPM and SCM operators. This compares with 62 and 75 man-hours for manual planting on ridged and on flat beds respectively. Neither figure includes supervision or marking out, in the case of the manually planted operations.

On this basis mechanized planting costs the same as manual planting of flat beds but exceeds manual planting costs on ridged beds by 21 %. Also this comparison reflects institutional factors, machine utilisation rates, and costing principles employed in the Guyana Sugar Industry and which would not necessarily apply to cassava production, and therefore is not conclusive. Futher, in repetitive cassava cultivation, planting material is a virtually free byproduct of the previous crop. However when new cultivations are established, or new varieties introduced, the supply of cassava stalks may be costly. In Guyana for exemple, at the going price, plant material sufficient for the mechanized planting procedure (ca. 12 000 x 15 cm per ha) would have cost twice as much as the mechanized planting operations (at sugar industry rates) ; not counting transport cost.

Since in theory, the set was entirely covered as it was planted, it was not possible to make direct observations at sowing of the spacing actually achieved with the TRPM. Several sets (not recorded) were visible wholly or partially on the surface after planting, indicating that despite adjustments, the control of planting depth and operation of the trailing chain were not fully satisfactory. This was particularly the case on the Ridged Clay beds, and on the Peat, where the seed beds were less level than on the flat clay beds. The Authors believe that uniform coverage could have been achieved by the use of heavier trailing chain.

The main test of planting performance was the count of live plants at 35 and 52 days. (Table 3). Overall, mechanical planting established stands at 86.4 % of the intended planting density (at 52 days) ; compared with 105.1 % for hand planted rows. At the earlier count, the manually planted stands had achieved 93 % of their final density, whereas machine stands were less advanced at 74 % of inal density. Mechanically planted stands were thinner than hand planted ones on the Ridged Clay and Peat beds, where problems in planting depth and stem coverage had been most noticeabla. However, on flat clay beds, the mechanically planted stands were as dense as the hand planted ; and conspicuously denser than those mechanically planted on ridged beds of the same soil type.

Unfortunatley the method of measuring planting success did not distinguish between the actual planting rate, stem viability and/or subsequent mortality following germination as determinants of stand establishment. It is likely that all of these factors played a part. Also, a three week dry spell following planting might have impeded germination and/or subsequent seedling establishment. However, the comparison suggested that on well levelled flat beds, mechanical planting is as effective as the manual method ; but where the planting surface is uneven, the manual method secured a more uniform planting depth and better soil contact, thus resulting in slightly earlier and substantially higher germination.

Since the initiation of these trials, Makanjuola (1) has published details of a semi-automatic cassava planting device. The device accomplishes both ridging and vertical planting in the same operation. Spacing is controlled 'Fairly accurately' by wheel speed, and only 3 % of stalks were misplanted as to depth. Stand establishment at 3 weeks was 99.5 %. Presumably, soil moisture was optimum for germination. This is a two row device, and the quoted planting rate of .216 ha/hr compares well with the .35 ha/hr for the Three Row Planting Machine, described in this paper.

At harvest it was apparent that mechanized planting resulted in near precision inter-row spacing (90 cm) on all plots sampled (Table 3) whereas manually planted sticks were invariably closer spaced (83 cm). Fresh root yields expressed as a

ABSTRACT

Cassava is changing its status in Guyana from a traditional minor crop to one of economic importance. Currently, four mills are being constructed to produce cassava flour. To ensure against sole reliance on manual labour for planting, efforts to mechanize this operation has resulted in the design, construction and successful trial of (1) a cassava stem cutting machine ; and (2), a three-row planter.

Comparative field studies were conducted on manual is mechanized operations in flat and ridged fields. Irrespective of soils, type of field preparation and planting method, overall plot stands at 52 days ranged from 86 to 105 % of the expected standard density. Also, there was no significant difference in overall fresh root yield at 12 months (18.5 ton/ha using an unimproved local variety) irrespective of the planting method and the field lay-out. The characteristics of these machines are reported and compared with manual operations. Costs (based on local rates) and economic comparisons are developed.

function of stand density achieved indicated that irrespective of planting method overall plot yields were the same at 18.3 ton/ha. On the Anira peat plot, machine planting resulted in yields of 20.4 vs 17.3 tons/ha for manually planted sticks. However, on the flat Inki clay plot this situation was reversed in that machine planting resulted in 5 ton/ha less than the manual (18.5 tons/ha). During harvest, it was observed that on the flat Inki clay beds machine planted sticks produced root tubers at a soil depth 15 cm deeper than roots arising from manually planted sticks. It is plausible then that during recurring periods of sustained heavy rainfall between the eight and 12 th month high water table impeded accumulation of root dry matter on the mechanically planted flat clay plots thereby resulting in a distinct yield loss.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

LITERATURE CITED

MAKANJUOLA G.A. - The Semi-Automatic Device for Planting Cassava Stem Cuttings on Ridges. Appropriate Technology, 2, 4, 24, 25, 1976.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

Table 1 - Timing of planting operations using a Three Row Planter (TRPM) and Cassava Stem Cutting Machine (SCM).

	Planting (3 x 134 rows)		Turning	Total
TRPM (per pass)	5.0 min		1.0 min	6.0 min
TRPM (per full hopper using 15 cm long stems)	6.6 passes	=	0.24 ha	40 min
TRPM (per full hopper using 15 cm long stems) plus time to load hopper			5. min	45 min
TRPM Planting rate (137 m rows spaced 0.9 m spart)		=	0.32 ha/hr	3.125 hr/ha
SCM Time to cut 15 cm sticks to fill hopper = 36 min		=	2.4 hr/ha	

Table 2 - Comparative inputs and costs (per hectare) for manual vs machinized planting of cassava stem cuttings.

Planting Method	Field Layout	Physical input (man-hours)	Current rate (G$/hr)[a]	Cost G$
Manual (labour)	Ridged beds	62	0.90[b]	56
	Flat beds	75	0.90	68
Machanized (labour)	Ridged or flat beds	14.175	0.90	12.76
Tractor cost inclusive of operator, fuel lubricants and TRPM[c]	"	3.125	16.00	50.00
SCM[d] (inclusive of fuel)	"	4.80	1.00	4.80
	Total cost	for machanized	planting	67.56

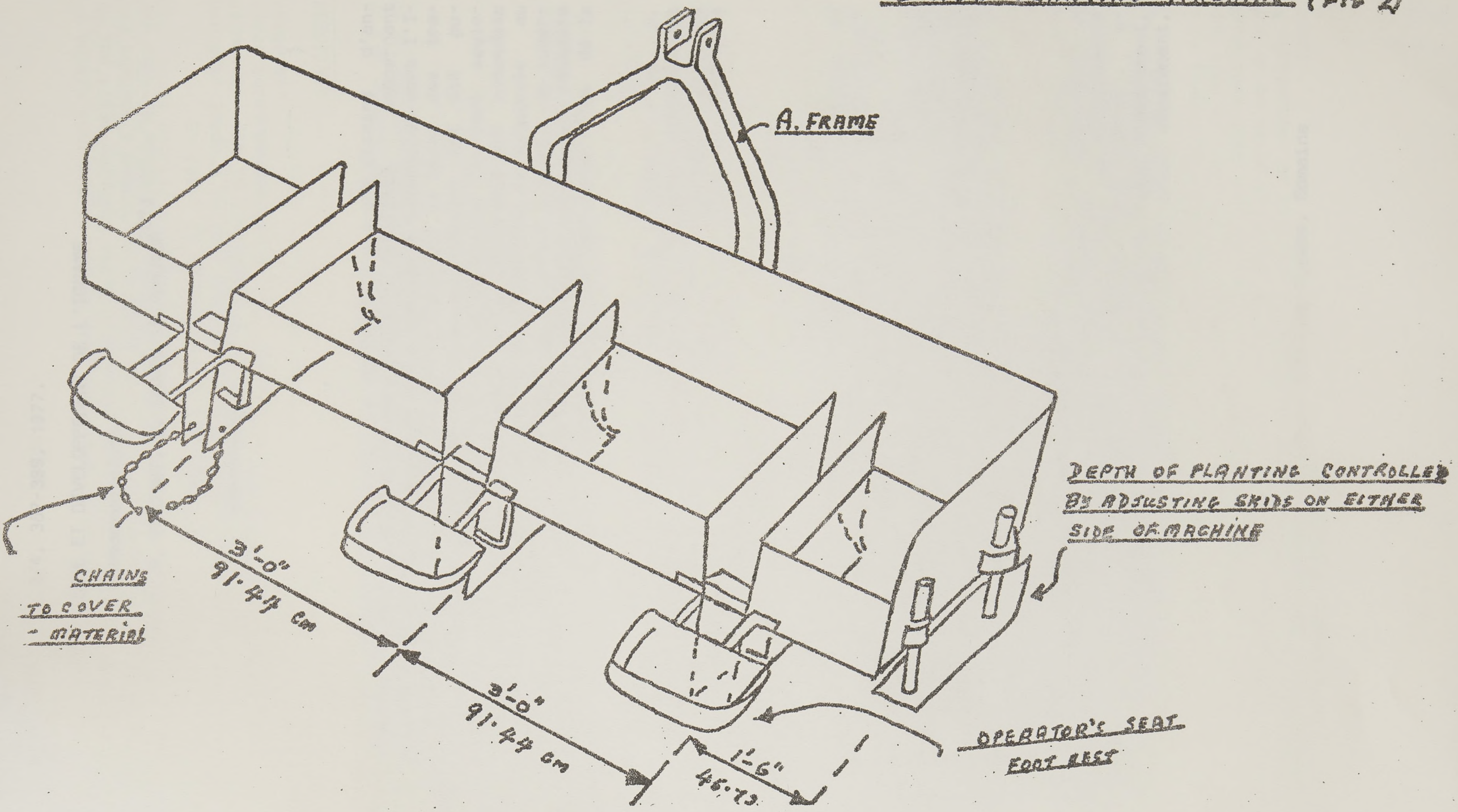
a G$2.57 = US $1.00
b Current hourly rates prevailing in the Sugar Industry
c Three Row Planting Machine
d Stem Cutting Machine.

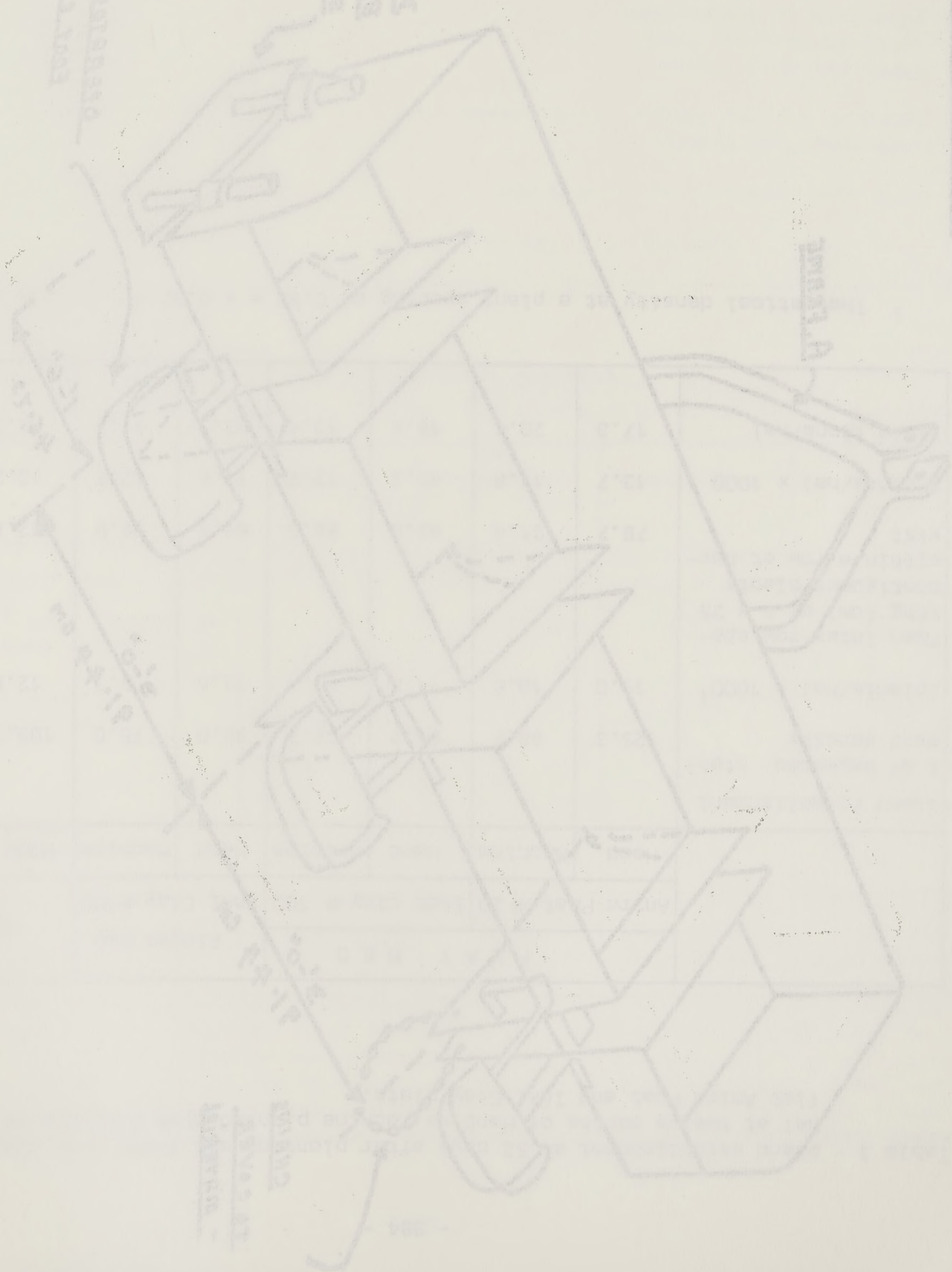
Table 3 - Stand establishment at 52 days after planting and fresh root yields (ton/ha) at twelve months of Hand vs Machine planted stem cuttings on ridged and flat Anira Peat and Inki Clay plots.

	FLAT BED				Ridged Bed		All Plots	
	Anira Peat # 20		Indi Clay # 100		Inki Clay #100			
	Hand	Machine	Hand	Machine	Hand	Machine	Hand	Machine
Stand Establishment % of expected standard density	125.3	88.7	94.7	92.7	96.0	78.0	105.1	86.4
(plants/ha) x 1000[1]	15.0	10.6	11.2	11.1	11.5	9.3	12.6	10.3
Mean Intex-row spacing (cm) of 5 x 25 contiguous plants within a row at harvest	79.7	91.4	82.9	89.5	85.8	89.0	82.8	90.0
(Plants/ha) x 1000	13.7	11.9	13.2	12.2	12.8	12.3	13.2	12.2
Yield (tons/ha)	17.3	20.4	18.5	13.4	19.0	21.0	18.3	18.3

[1] Theoretical density at a plant spacing of 0.92 m x 0.92 m = 12 000 plants/ha.

3 ROW PLANTING MACHINE (FIG 2)





Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 387-395, 1977.

CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE L'IGNAME

Dioscorea alata

L. DEGRAS, R. POITOUT, C. SUARD, A. VAUTOR(°)

INTRODUCTION

L'un d'entre nous (L. DEGRAS, 1967) a présenté il y a une dizaine d'années, les considérations générales et une première série de résultats concernant l'étude de la croissance et du développement de trois plantes à tubercules dont l'Igname. A la même époque, HAYNES, SPENCE, WALTER (1967) faisaient le bilan des travaux effectués dans ce domaine à Trinidad. Depuis, très peu d'études ont été publiées qui aient beaucoup fait avancer nos connaissances générales. On peut seulement signaler l'étude de SOBULO (1972), la première sur *D. cayenensis spp rotundata* qui d'une part souligne la régression de la matière accumulée dans le tubercule au delà d'un certain stade et d'autre part l'élévation de la teneur en azote du tubercule par la fertilisation ainsi que la possibilité d'utiliser le diagnostic foliaire pour contrôler l'évolution de l'azote, de la potasse et du phosphore au cours de la croissance.

Notre unité de recherche a développé de 1966 à 1976 la sélection de *D. trifida* mais sans étudier sa croissance et son développement. Abordant récemment cet aspect (cf. à ce Congrès DEGRAS et al.), il nous a paru opportun de reprendre les données réunies antérieurement chez *D. alata*. Une publication ultérieure comparera les résultats obtenus chez deux espèces.

MATERIEL ET METHODES

Deux clones de *D. alata* ont été utilisés pour cette étude. Le premier cv "Tahiti" ou "En bas bon", appartient au groupe des formes primitives à bulbilles qui a été décrit par ailleurs (MARTIN, RHODES, 1973, DEGRAS, ARNOLIN, POITOUT, 1972, DEGRAS, 1977). De nombreux clones de ce groupe existe dans la région caraïbe et souvent à l'état subspontané. Les formes en culture sont vigoureuses et rustiques. Les tubercules sont malheureusement de qualité très moyenne. Le cycle de production est long. Le second clone cv "Couleuvre" est d'un groupe de variétés connu, notamment en Afrique occidentale ("Ouodono" des Baloulé) par la tendance arquée et même spiralée du tubercule, allongé. Son cycle est moyennement long.

En 1965, des parcelles permettant le prélèvement de 15 x 5 plantes, ont été installées à partir de fragments d'environ 200-250g. L'écartement était de 1m x 1m10. Les plantes ont été conduites sur des tuteurs d'environ 1m80. Les prélèvements ont eu lieu à partir du 53è jour pour "Couleuvre" et du 45è jour pour "Tahiti", après la plantation du début de juin, toutes les deux semaines. A chaque prélèvement, on a compté le nombre de feuilles, pesé la plante entière fraîche puis, séparément,

(°) Station d'Amélioration des Plantes - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - PETIT-BOURG (Guadeloupe)

la partie souterraine (prise dans un volume de terre de 30 x 30 x 40 cm) les limbes et les tiges auxquels étaient demeurés les pétioles. La surface foliaire totale a été évaluée à partir de la pesée de 25 cm2 de limbe à trois niveaux distincts. Puis les taux de matière des différentes parties pesées en frais ont été établis.

En 1967, la méthode a été identique sauf que des plantes de bordure ont protégé, jusqu'à la fin, les plantes échantillonnées de l'interaction avec les prélèvements, que la plantation a eu lieu au début de mars et que les prélèvements, cette fois, hebdomadaire, ont commencé le 60è jour après plantation pour les deux variétés.

RESULTATS

1. Les données générales du tableau I mettent en évidence les niveaux de croissance et de développement atteints par les deux variétés pour les deux plantations.

Tableau I

Caractéristiques de deux cultures de *D. alata*

Variété	Année	Durée de végétation (jours)	Poids du tubercule (g)	surface foliaire (cm2)
COULEUVRE	1965	220	2246	25960
	1967	280	5248	49960
TAHITI	1965	250	3202	41320
	1967	340	6060	42530

Il semble y avoir chez *D. alata* Couleuvre une relation entre la surface foliaire maximale et le poids de tubercule, alors que chez TAHITI cela parait douteux. Le meilleur rendement serait lié à une plus grande durée de fonctionnement du feuillage.

2. Le graphique 1 présente l'évolution du poids de la matière fraiche chez COULEUVRE en 1965 et 1967. Le fait le plus saillant est l'accélération plus rapide du poids de tubercule de 1965, à âge égal, que celle du poids observé en 1967. La plantation tardive conduit à un rattrapage du développement par une réduction considérable de la phase de latence de croissance du tubercule qui correspond en 1965 à 81 jours contre 157 jours en 1967. Mais on observe un affaissement rapide de la courbe en 1965.

3. Le graphique 2 présente l'évolution de la distribution de la matière sèche entre les trois parties de la plante. Ce graphique montre pour des dates comparables l'identité de l'évolution des distributions d'une année à l'autre. On note en particulier que le tubercule reçoit le tiers de la matière sèche accumulée vers le 15 septembre et la moitié vers le premier octobre.

4. Le graphique 3 présente l'évolution du poids de la matière fraiche chez TAHITI pour 1965 et 1967. Cette dernière année offre de grandes irrégularités dans les valeurs observées chez le tubercule en fin d'évolution. Quoiqu'il en soit, une régression du poids de celui-ci se manifeste pour les deux années au cours du dernier mois de végétation. On retrouve l'accélération du développement en plantation tardive (1965).

5. Le graphique 4 présente l'évolution de la distribution de la matière sèche accumulée chez TAHITI pour les deux années. L'identité d'évolution quoique moins étroite que chez COULEUVRE est très perceptible : c'est pratiquement aux mêmes époques d'une année à l'autre que sont atteints les taux de distribution de la matière sèche dans le tubercule. On trouve dans le tubercule

en 1965	le tiers	entre le	24	septembre	et le	8 octobre
en 1967	"	"	10	"	"	17 septembre
en 1965	la moitié	entre le	5	novembre	et le	19 novembre
en 1967	"	"	7	"	"	15 "

6. La comparaison des graphiques concernant les deux variétés, en plus des analogies déjà relevées, révèle quelques différences de comportement. La différence de précocité s'exprime à travers les différences d'époques auxquelles sont atteints les taux de distribution de la matière sèche dans le tubercule. L'écart qui est de l'ordre d'une à deux semaines en faveur de COULEUVRE pour l'époque d'accumulation du tiers dans le tubercule, atteint plus d'un mois pour l'époque d'accumulation de la moitié de cette matière sèche dans le tubercule.

Il y a une tendance chez TAHITI à une prédominance du poids de l'ensemble tige-pétiole sur le poids des limbes, à l'inverse de ce qui se passe chez COULEUVRE. Cette tendance ne s'exprime pour la plantation de Tahiti en 1965 que par une régression plus rapide du poids de celui-ci au cours du dernier mois de végétation. Mais elle est déjà affirmée à mi-parcours du cycle d'évolution en 1967.

CONCLUSION - DISCUSSION

Le fait le plus remarquable est l'assujetissement de la distribution relative de la matière sèche à l'époque de végétation independamment de l'âge de la plante, ce qui se traduit par une accélération considérable du développement en plantation tardive. On peut en conclure que la période initiale de végétation de la culture de 1965 était plus favorable au développement qu'à la croissance. Pour un développement analoque, celle-ci demeure globalement de l'ordre de la moitié de celle de 1967 (voir tableau 1) si l'on en juge par le poids du tubercule.

Les différences écologiques à la période initiale de végétation sont essentiellement la température (24,9° C en 1965 contre 22,5° C en 1967) et la durée du jour environ 13 heures avec décroissance en 1965, environ 12 heures et croissance sur trois mois de végétation en 1967). Ces différences, saisonnières, ont apparemment joué un rôle déterminant. Comme l'avaient déjà rappelé HAYNES, SPENCE et WALTER (1967), le décalage de l'époque de plantation chez *D. alata* entraine une baisse de rendement très significative. Elle peut s'expliquer par la réduction de l'appareil photosynthétique en durée de fonctionnement, sinon en surface maximale, la prédominance du tubercule, découlant de facteurs saisonniers, se manifestant plus rapidement.

La différence de comportement variétal vis à vis des poids relatifs des composantes de l'appareil aérien est peut-être en relation avec la production de bulbilles et aussi le développement floral plus important chez TAHITI.

D'autres conclusions et discussions apparaitront dans une publication en préparation.

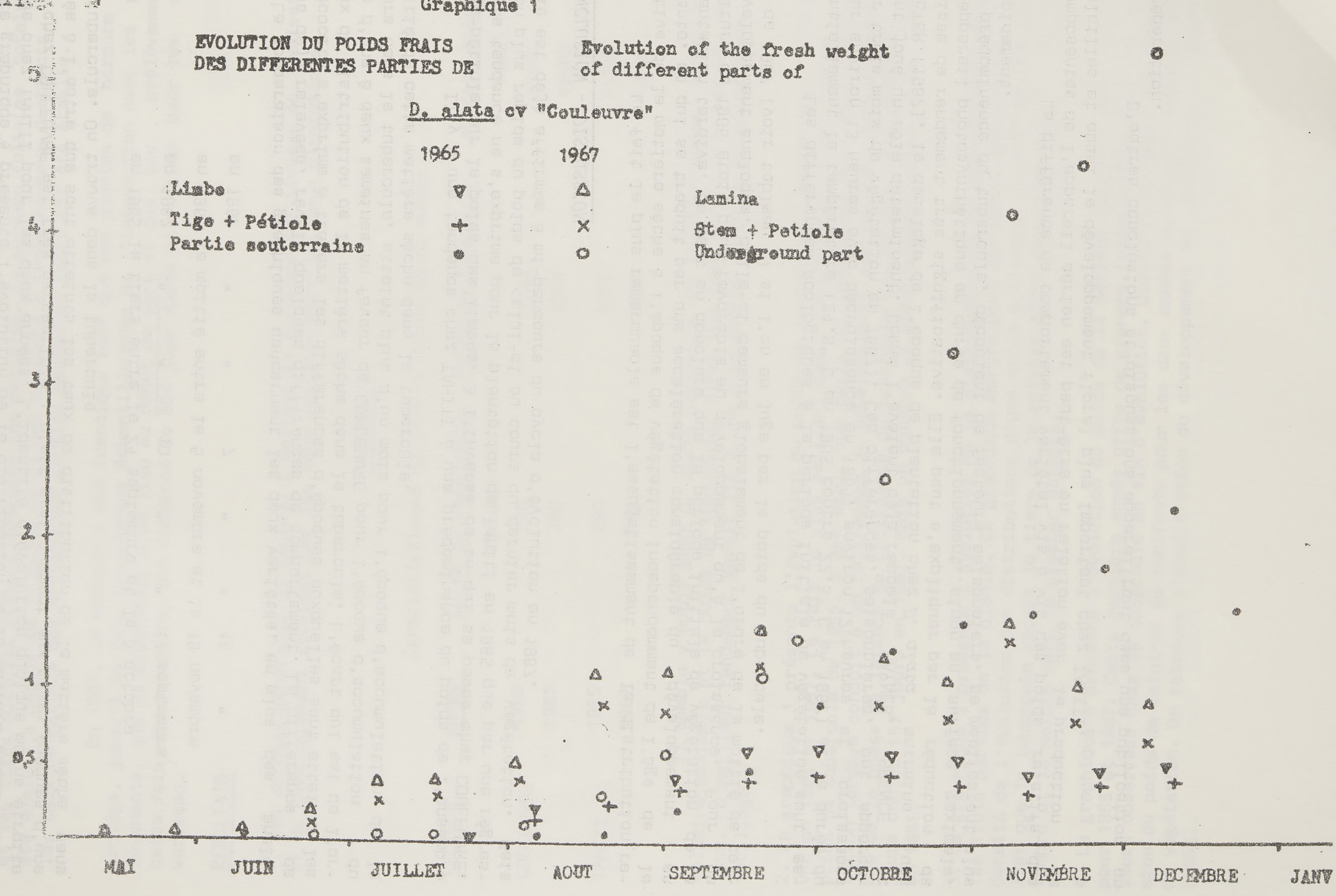
Graphique 1

EVOLUTION DU POIDS FRAIS DES DIFFERENTES PARTIES DE

Evolution of the fresh weight of different parts of

D. alata cv "Couleuvre"

	1965	1967	
Limbe	▽	△	Lamina
Tige + Pétiole	+	×	Stem + Petiole
Partie souterraine	•	○	Underground part



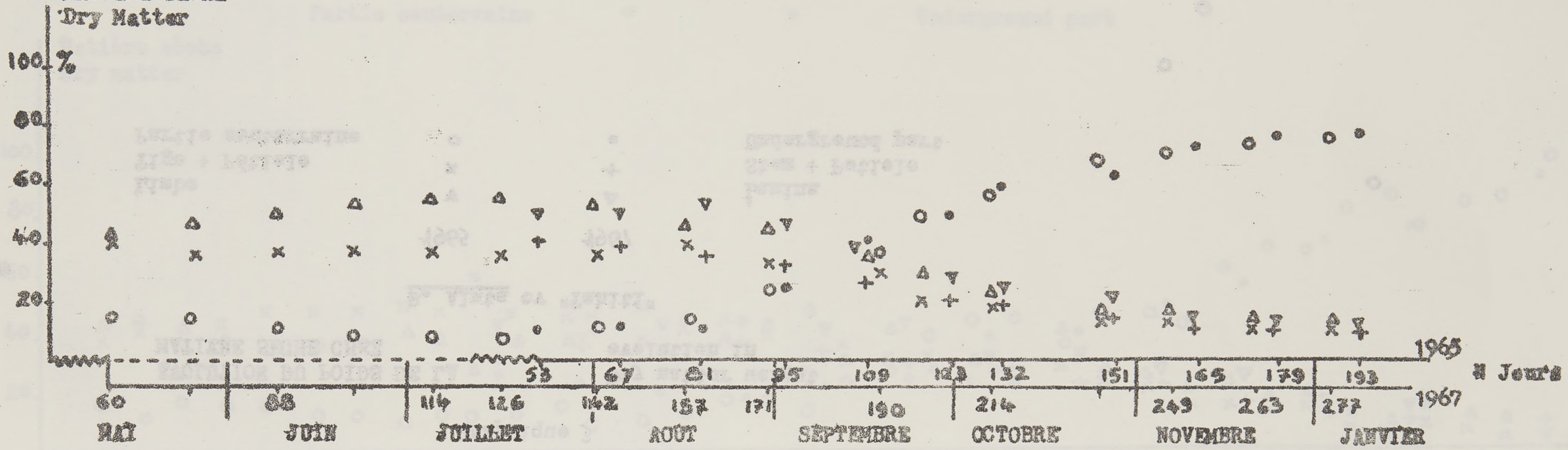
Graphique 2

DISTRIBUTION DE POIDS de MATIERE SECHE CHEZ

Partitioning of dry matter weight in

D. alata cv " Couleuvre "

	1965	1967	
Limbe	▽	△	Lamina
Tige + Petiole	+	×	Stem + Petiole
Partie souterraine	•	o	Underground part



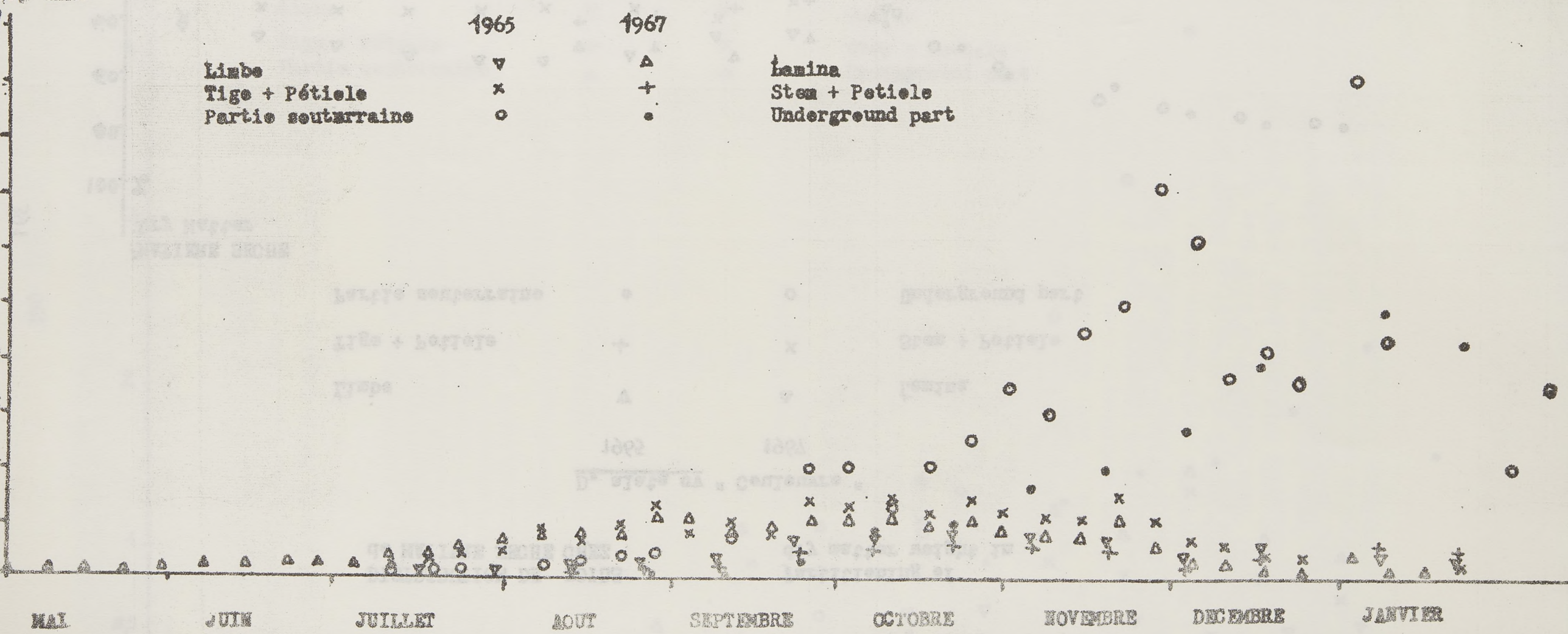
Graphique 3

ÉVOLUTION DU POIDS DE LA MATIERE SECHE CHEZ

Dry matter weight evolution in

B. Alata cv "Tahiti"

	1965	1967	
Limbe	v	Δ	Lamina
Tige + Pétiole	x	+	Stem + Petiole
Partie souterraine	o	•	Underground part



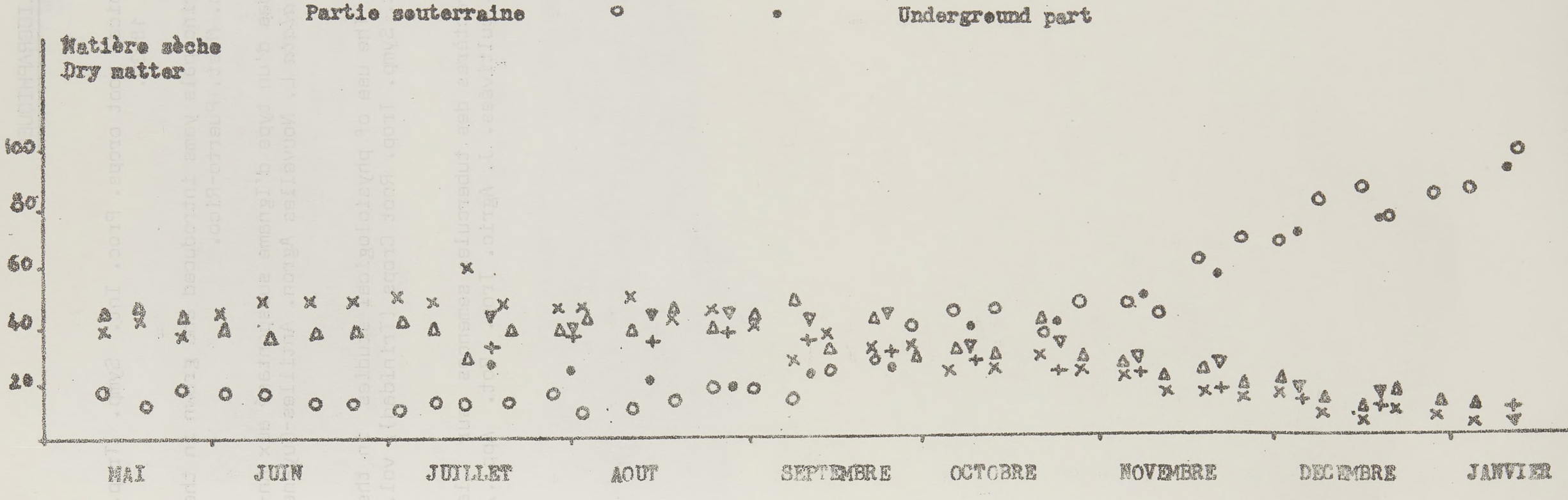
Graphique 4

DISTRIBUTION DU POIDS DE MATIERE SECHE CHEZ

Partitioning of Dry Matter Weight in

D. alata cv " Tahiti "

	1965	1967	
Limbe	▽	△	Lamina
Tige + Petiole	×	+	Stem + Petiole
Partie souterraine	○	●	Underground part



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DEGRAS L., 1967. Growth and storage in tropical root crops. Proc. Int. Symp. Trop. Root Crops (Trinidad) vol. I, II, 18-30.

DEGRAS L., ARNOLIN R., POITOUT R., 1972. Principals yams introduced and grown in the French West Indies, CFCS, Xth Ann. Meet. Puerto-Rico.

DEGRAS L., POITOUT R., SUARD C., 1977. Etudes d'un type d'Igname subspontané aux Antilles appartenant à l'espèce *D. alata* L. Nouvelles Agron. Antilles-Guyane (sous presse).

HAYNES P.H, SPENCE J.A., WALTER F.J., 1967. The use of physiological studies in the agronomy or root crops. Proc. Int. Symp. Trop. Root Crops (Trinidad), vol. 50, 3, 183-192.

MIEGE J.R.n 1957. Influence de quelques caractères des tubercules semences sur la levée et le rendement des Ignames cultivées. J. Agric. Trop. Bot. Appl., IV, 7-8, 316-342.

RESUME

Deux clones de *D. alata* ont été échantillonnées tout au long de leur croissance deuc années différentes. Chez toutes deux la tardivité d'une plantation entraine une accélération du développement initial. La phase de latence de la tubérisation passe de 157 à 81 jours pour un écart de plantation d'environ 90 jours. Le rendement en tubercule est réduit de moitié et le cycle l'est de 50 jours/280 chez l'une et 90/340 chez l'autre. La distribution de la matière sèche dans les organes de la plante parait cependant identique d'une année à l'autre pour chaque clone. Elle reflète d'une variété à l'autre la précocité et pour toutes deux les facteurs climatiques saisonniers.

SUMMARY

Growth and development of *D. alata L.*

Two clones of *D. alata* has been sampled along their whole growing time, for two different years. With both, lateness of plantation give and acceleration to initial development. For 90 days of difference between plantations the slow tuberisation phase fall from 157 to 81 days. Tuber yield is shorten by one half and growth cycle by 50 days over 280 for a clone and 90 over 340 for the other. Dry matter partitioning in plant organs nevertheless seems the same over the two years for each clone. It express earliness clonal differences and the effect fo seasonal climatic factors for both.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 396-403, 1977.

CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE L'IGNAME COUSSE-COUCHE (*Dioscorea trifida* L.)

L. DEGRAS, A. VAUTOR, R. POITOUT, R. ARNOLIN, C. SUARD(°)

INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années la sélection de l'Igname Cousse-couche (*D. trifida* L.) a été développée par notre unité de recherches (DEGRAS, 1969, DEGRAS et al., 1971, DEGRAS et al., 1973, MARTIN, DEGRAS, 1977). Les résultats obtenus pour importants qu'ils soient par la valeur des hybrides obtenus (ARNOLIN, 1973) ne reposent pas cependant sur une connaissance satisfaisante de la biologie de cette espèce. Aujourd'hui une seconde phase d'amélioration, moins empirique, nécessite la maitrise de sa croissance et de son développement. Pour mieux connaitre celle-ci nous avons repris la méthodologie générale exposée par ailleurs (DEGRAS, 1967, DEGRAS et al., 1977, à ce même congrès) et qui avait déjà permis une analyse de l'évolution de *D. alata*. C'est d'ailleurs pour cette espèce que nous possédons le plus d'informations (HAYNES, SPENCE, WALTER, 1967, GOODING, 1967, FERGUSON, HAYNES, 1970). Sur *D. cayenensis ssp rotundata*, il n'y a qu'une récente étude de SOBULO (1972). Des études japonaises sur *D. apposita* ne nous ont pas encore été accessibles. Une seule étude sur *D. esculenta* nous est connue, celle de ENYI (1970). Enfin, si le travail fondamental pour la connaissance de *D. trifida* que constitue la thèse de HENRY (1967) établi soigneusement certains traits de l'évolution morphologique de la plantule à la plante adulte, elle en laisse beaucoup dans l'ombre et ne relie aucun au métabolisme. La présente communication n'est qu'un premier élément d'une publication ultérieure basée sur les données partiellement analysées ici.

MATERIEL ET METHODES

La variété utilisée est le clone INRA 5-20, hybride créé en Guadeloupe. Il est remarquable par sa productivité, sa tolérance à la virose, la forme globuleuse de ces tubercules assez groupés, la qualité de sa chair, blanche sous un périderme violacé.

Les semences calibrées par classe entre 70 et 180g ont été placées le 26 Mai au Domaine Duclos (Petit-Bourg) à 0,75 x 0,75 cm pour les 10 premières séries d'échantillons et 0,75 x 100 cm pour les 20 suivantes. Il y avait 8 blocs homogènes pour le calibre des semences. L'élimination des interactions entre le rang de l'échantillonnage et la densité de peuplement par suite des prélèvements successifs a été partiellement contrôlé par des plantes de bordure dans une seule direction.

Les plantes, tuteurées individuellement une semaine après la levée à 50%, ont été prélevées une fois par semaine pour les 10 premières séries d'échantillon et toutes les deux semaines pour les 5 séries suivantes, avec 8 plantes par échantillon, enfin toutes les semaines, avec 4 plantes par échantillon, pour les 19 séries finales.

(°) Station d'Amélioration des Plantes - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - PETIT-BOURG (Guadeloupe)

A chaque prélèvement, la présence et le nombre des prétubercules, axes tubérifères, racines, axes tubérisés, tiges ramifications et feuilles ont été notés. Les dimensions de plusieurs de ces organes ont été relevées, notamment la surface foliaire. Les poids en matière fraiche et matière sèche ont été établis pour le tubercule-mère, l'ensemble prétubercules + racines + axes tubérifères ou tubérisés, l'ensemble tiges + pétioles, et les limbes.

RESULTATS

1. Mise en place et évolution générale des organes (graphique 1 à 5)

Les pré-tubercules (ou complexes nodaux tubérisés) apparaissent dans la région proximale du tubercule-mère en général, mais ils peuvent en être très éloignés et même plus proches de la région distale. Ils sont un ou deux, et jusqu'à la mi-septembre, ne changent pas sensiblement de taille. Vers cette époque on observe un grossissement accompagnant l'émission, fréquente, d'une deuxième tige.

L'apparition de la tige, des racines et des axes tubérifères(°) est grossièrement simultanée. La moitié des plantes était levée le 29 juin. La tige présente des feuilles 7 à 10 jours après sa sortie. Elles atteignent des dimensions à peu près normales dès le 15è jour, mais grandiront encore. Le nombre de feuilles s'est accru jusqu'en décembre, où, vers le 170è jour, la valeur maximale moyenne de 326 feuilles a été obtenue. La surface foliaire maximale a été atteint deux à trois semaines auparavant et correspond à un indice foliaire de l'ordre de 6 à 7. On note que dès le second prélèvement, les pétioles ont atteint la longueur maximale. Le feuillage a jauni à partir de la fin novembre, vers le 150è jour, et s'est desséché à partir de la mi-janvier.

La tige principale s'est allongée jusqu'à 5-6m, au 50è jour environ, où elle a dépassé le sommet du tuteur. Elle a émis a première ramification vers le 35è jour et produit 5 à 9 (maximum moyen). La première inflorescence apparait au 90è jour.

Dans l'appareil souterrain, le nombre de racines et d'axes tubérifères s'accroit à peu près au même rythme jusqu'à la mi-septembre, époque à laquelle se ralentit l'émission d'axes tubérifères qui, ayant produit 10 à 15, cessera au début de novembre. Le nombre de racines est maximum, avec 25-30, à la mi-novembre, et régresse nettement jusqu'à la fin janvier, où on note une légère recrudescence. La phase de tubérisation active s'amorce à la mi-septembre, mais n'est intense qu'à partir du début de novembre, vers le 140è jour, pour s'arrêter au début de février, vers le 220è jour. La récolte finale a eu lieu le 30 mars, soit 9 mois après la levée, un mois après le dessèchement total de l'appareil aérien.

2. Données sur l'accumulation de la matière sèche et sa mise en réserve

a/ Le graphique 2 montre l'identité des rythmes d'accroissement de la surface foliaire et d'accumulation de la matière sèche jusqu'au 23 novembre, après quoi celle-ci se poursuit à peu près régulièrement tandis que celle-là décroit. Le blocage de la surface foliaire est nettement postérieur au blocage du nombre de racines et du nombre d'axes tubérifères (graphique 1 et 5). Le nombre de feuilles continuant à s'accroitre, on est tenté de voir dans ce blocage une conséquence de la compétition nutritionnelle provoquée par le développement des tubercules.

(°) Les axes tubérifères se distinguent d'emblée par un diamètre double ou triple, au minimum de celui des racines.

b/ Le graphique 3 indique l'évolution de la distribution de la matière sèche, d'une part dans l'ensemble tubercule-mère + plante fille, d'autre part au sein de celle-ci. La régression du tubercule-mère est relativement lente puisque, après un mois de végétation, il a encore autant de matière sèche que la plante fille, et qu'il ne fera moins de 10 % de l'ensemble qu'après le 70è jour. On notera la coïncidence de sa disparition avec l'intensification de la tubérisation.

La fraction de la matière sèche accumulée dans les limbes est à son maximum à la mi-septembre et le demeure jusqu'au début de novembre. Entretemps, les gains relatifs se feront au bénéfice du système tige + pétiole qui régressera relativement à son tour, au début de novembre, où s'amorce la prédominance de l'appareil souterrain liée à la tubérisation.

c/ Le graphique 5 parait suggérer que la phase de tubérisation s'amorce au niveau de la région proximale de l'axe tubérifère où l'on note à la fin de septembre un accroissement, faible mais significatif, de son diamètre (passage de 4 à 6 mm). Mais cela ne va pas plus loin à ce niveau, et l'on voit passer rapidement à 10 mm environ le diamètre de la zone distale sur une longueur de 60 à 80 mm, où seront concentrées l'hypertrophie des parenchymes et la mise en réserve.

CONCLUSIONS - DISCUSSION

Bien que nous ayons laissé de côté pour cette communication un grand nombre de données apportées par l'observation de cette culture, celles présentées ici permettent d'entrevoir deux ensembles de faits eux-mêmes susceptibles de participer à un même groupe de facteurs écologiques de la croissance et du développement de la Cousse-couche.

Une première série d'aspects est associée au fonctionnement du tubercule-mère qui, présent pendant les deux premiers mois de végétation parait capable d'assurer une certaine autonomie à la plante et de lui imposer des caractéristiques clonales. Le prétubercule, ses formations initiales et leur vigueur en dépendent probablement.

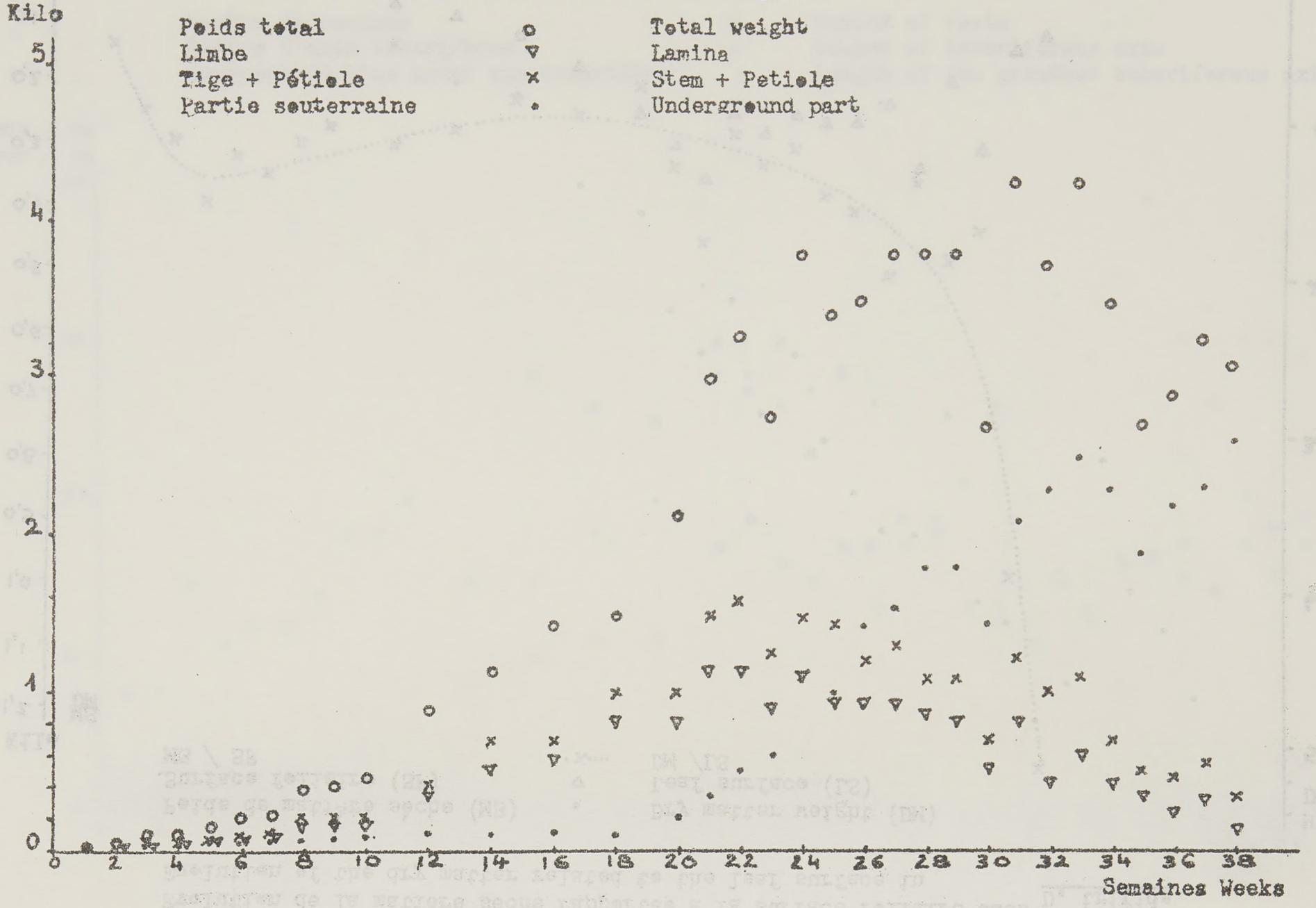
Une seconde série d'aspects parait associé à la phase de tubérisation active et surtout à son intensification. Les interactions entre le fonctionnement du feuillage et celui du système souterrain et au sein de celui-ci entre racines et tubercules pourraient s'y référer.

Les données généralement admises (ALLARD, 1946, NJOKU, 1963, PRESTON et HAUN, 1963) sur le conditionnement de la tubérisation chez les Ignames, et l'articulation de nombre des faits appartenant aux deux séries autour de la période allant de septembre à novembre, inclinent à attribuer à l'évolution pbotopériode une large part dans le déterminisme du développement de cette espèce. Quand on ajoutera que la première sortie d'inflorescence coïncide avec l'amorce de la phase de tubérisation active, il apparaitra bien que l'approfondissement de la connaissance et l'utilisation de la biologie de *D. trifida* progresseront certainement par des culture en conditions contrôlées où la photopériode, et probablement aussi la thermopériode, seraient déterminés.

Graphique 1 - Evolution du poids de matière fraîche chez *D. trifida*

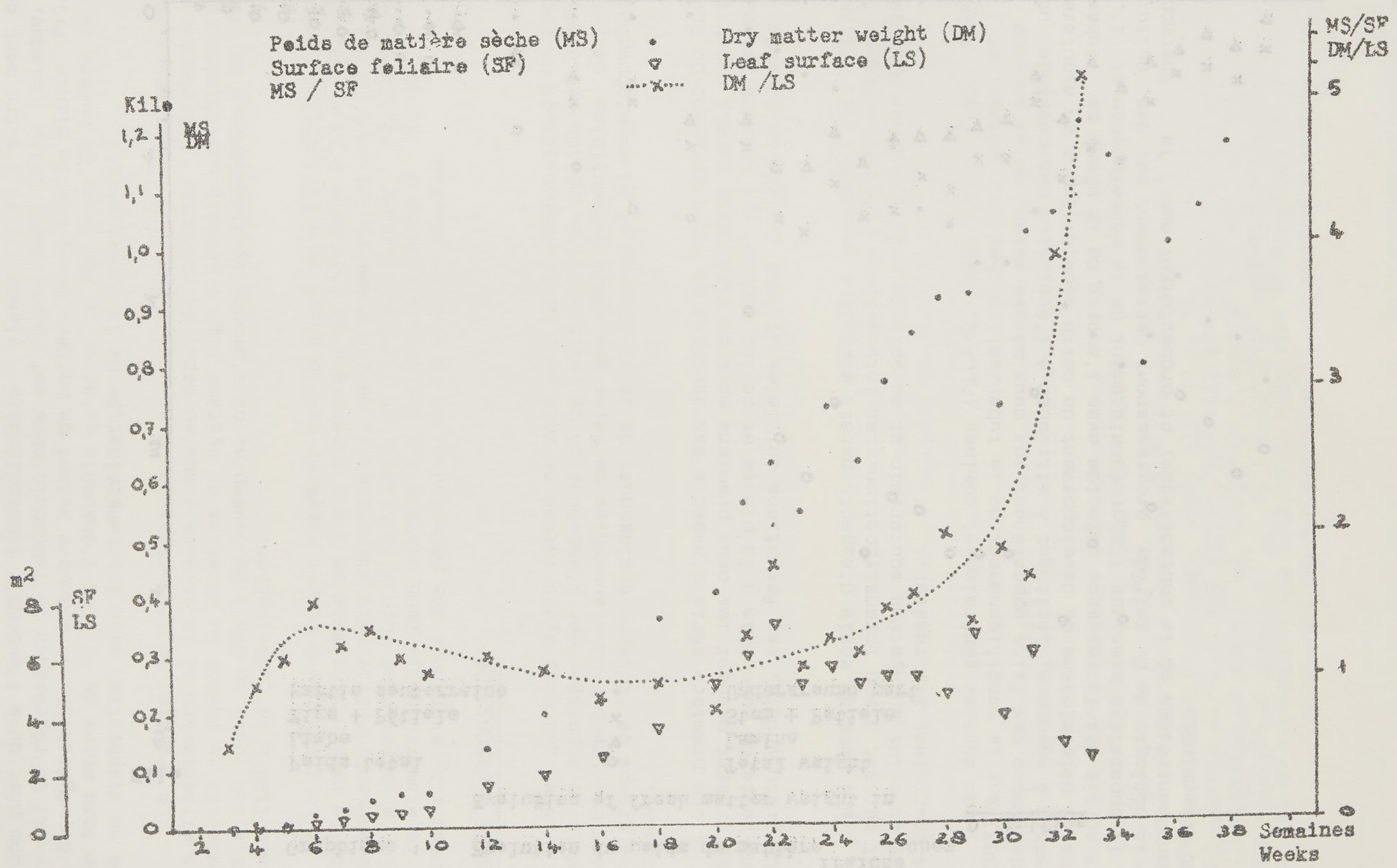
Evolution of fresh matter weight in

Poids total	o	Total weight
Limbe	▽	Lamina
Tige + Pétiole	×	Stem + Petiole
Partie souterraine	•	Underground part



Graphique 2

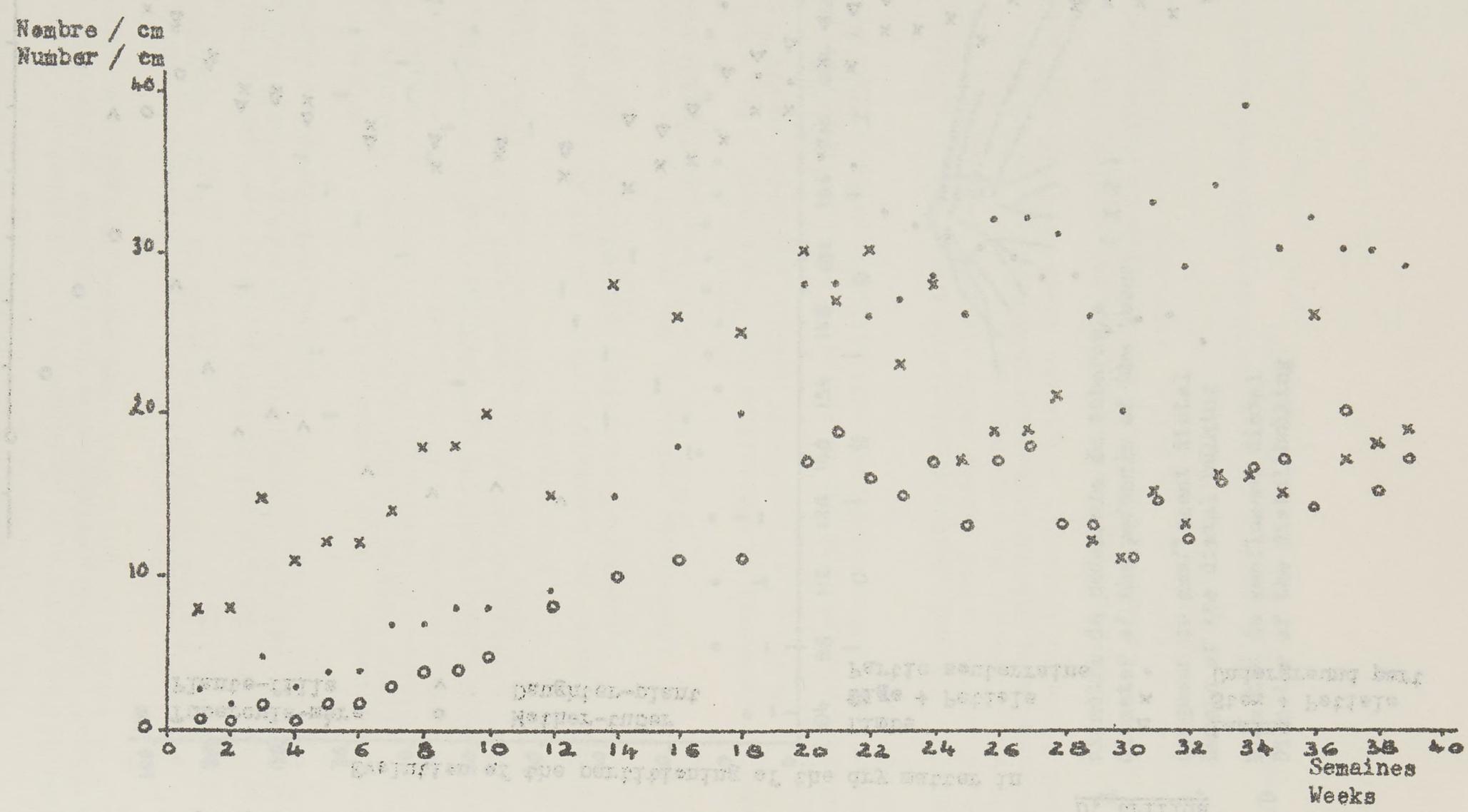
Evolution de la matière sèche rapportée à la surface foliaire chez D. trifida
Evolution of the dry matter related to the leaf surface in



400-A

Graphique 4 - Evolution de la partie souterraine de *D. trifida*
Evolution of the underground part of *D. trifida*

Nombre de racines	x	Number of roots
Nombre d'axes tuberifères	o	Number of tuberiferous axis
Longueur du plus grand axe tuberifère	•	Length of the greatest tuberiferous axis

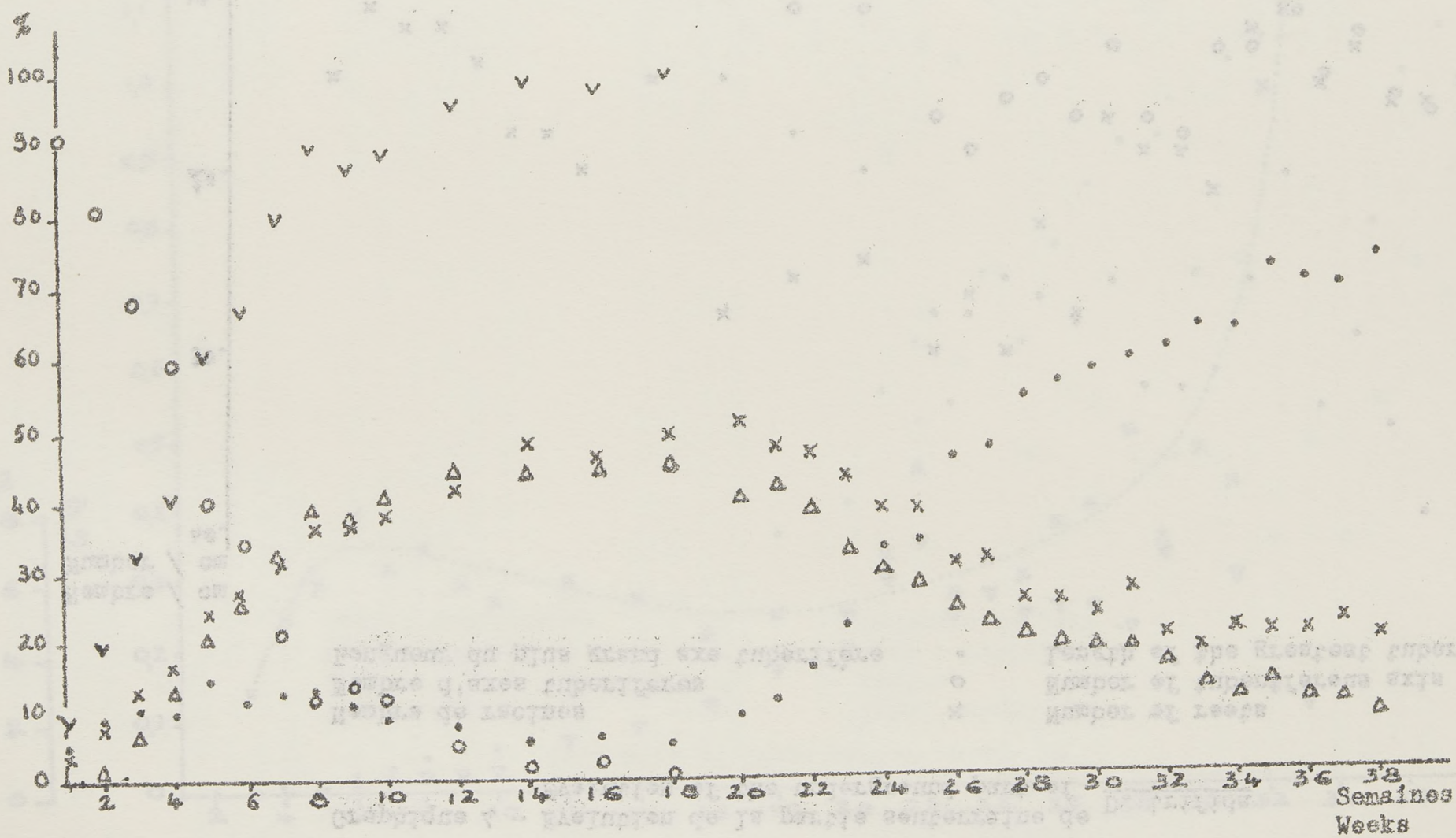


401-A

Graphique 3 - Evolution de la distribution de la matière sèche chez D. trifida

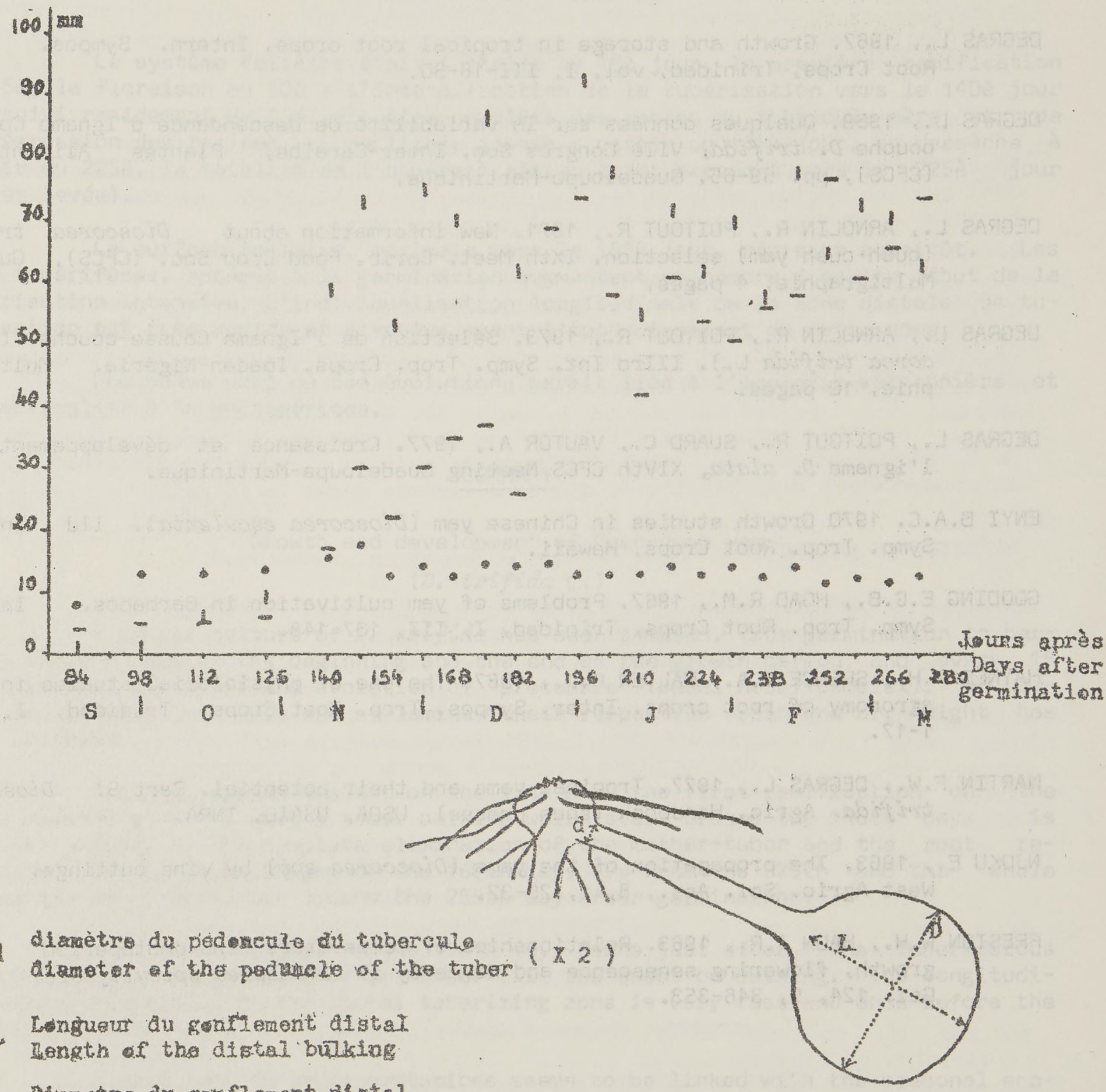
Evolution of the partitioning of the dry matter in

Tubercule-mère	o	Mother-tuber	Limbe	Δ	Lamina
Plante-fille	v	Daughter-plant	Tige + Pétiole	x	Stem + Petiole
			Partie souterraine	•	Underground part



400-B

Graphique 5 - Grossissement du tubercule de *D. trifida*
Bulking of the tuber of



• d diamètre du pédoncule du tubercule
diameter of the peduncle of the tuber (X 2)

| L Longueur du gonflement distal
Length of the distal bulking

— D Diamètre du gonflement distal
Diameter of the distal bulking

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLARD H.A, 1946. Some behaviours of yams (*Dioscorea*). Castanea, 10, 8-13.

ARNOLIN R., 1974. Remarques générales sur la diffusion de deux nouvelles variétés de Cousse-couche (*D. trifida*) en Guadeloupe et en Martinique Nouv. Maraîchères et Vivrières. INRA Antilles, 7-8, 111-112.

DEGRAS L., 1967. Growth and storage in tropical root crops. Intern. Sympos. Trop. Root Crops, Trinidad, vol. I, III-18-30.

DEGRAS L., 1969. Quelques données sur la variabilité de descendance d'Igname Cousse-couche *D. trifida*. VIIè Congrès Soc. Inter-Caraïbe, Plantes Alimentaires (CFCS), pp. 59-65. Guadeloupe-Martinique.

DEGRAS L., ARNOLIN R., POITOUT R., 1971. New information about *Dioscorea trifida* (cush-cush yam) selection. IXth Meet. Carib. Food Crop Soc. (CFCS), Guyana, Multigraphie, 4 pages.

DEGRAS L., ARNOLIN R., POITOUT R., 1973. Sélection de l'Igname Cousse-couche (*Dioscorea trifida* L.). IIIrd Int. Symp. Trop. Crops. Ibadan-Nigéria. Multigraphie, 10 pages.

DEGRAS L., POITOUT R., SUARD C., VAUTOR A., 1977. Croissance et développement de l'igname *D. alata*, XIVth CFCS Meeting Guadeloupe-Martinique.

ENYI B.A.C. 1970 Growth studies in Chinese yam (*Dioscorea esculenta*). IId Intern. Symp. Trop. Root Crops, Hawaii.

GOODING E.G.B., HOAD R.M., 1967. Problems of yam cultivation in Barbados. Intern. Symp. Trop. Root Crops, Trinidad, I, III, 137-148.

HAYNES P.H., SPENCE J.A., WALTER C.J., 1967. The use of physiolocial studies in the agronomy of root crops. Inter. Sympos. Trop. Root Crops, Trinidad, I, III, 1-17.

MARTIN F.W., DEGRAS L., 1977. Tropical yams and their potential. Part 5. *Dioscorea trifida*. Agric. Handbook (sous presse), USDA, USAID, INRA.

NJOKU E., 1963. The propagation of the yams (*Dioscorea spp*) by vine cuttings. Jour. West Agric. Sci. Ass., 8, 1, 29-32.

PRESTON W.H., HAUN J.R., 1963. Relationships of temperature and photoperiod to growth, flowering senescence and dormancy of *Dioscorea spiculiflora*. Bot. Gaz. 124, 5, 346-353.

RESUME

Une culture tuteurée de *Dioscorea trifida* a été échantillonnée, de la germination à la récolte, tous les 8 jours en début et fin de croissance, tous les 15 jours entretemps. L'apparition et l'évolution des prétubercules, des axes souterrains et aériens et des limbes, leur poids en matière verte et sèche ont été observés.

Le système foliaire était installé au 15è jour, la première ramification au 35è, la floraison au 90è ; l'intensification de la tubérisation vers le 140è jour est suivi rapidement de l'élimination complète des restes du tubercule-mère et de la régression des racines. Le feuillage jaunit à partir du 160è jour, se dessèche à partir du 225è, la totalité de l'appareil aérien étant desséché vers le 225è jour (après levée).

La surface foliaire, maximale vers le 150è jour, régresse aussitôt. Les axes tubérifères, apparus à la germination augmentent en nombre jusqu'au début de la tubérisation intensive. L'individualisation longitudinale de la zone distale de tubérisation est très rapide et s'achève avant l'épanouissement de cette zone.

Une bonne part de ces évolutions parait liée à l'écologie saisonnière et en particulier à la photopériode.

SUMMARY

Growth and development of Cush-cush yam

(*D. trifida* L.)

A staked culture of *D. trifida* has been sampled, from germination to harvest, every 8 days at the beginning and the end of the growth period, and every 15 days between. The onset and evolution of "pretubers" (basal nodal complex), of aerial and subterranean axis and of lamina, their respective fresh and dry weight has been observed.

The leaf system was set on the 15th day, the first ramification on the 35th, flowering on the 90th ; tuber bulking which start around the 140th days is followed quickly by the complete elimination of the mother-tuber and the root regression. Leaves are yellowing on the 160th day, dry from the 225th and the whole aerial system is dried out around the 255th day after germination.

Leaf aera, maximal on the 150th day, downs just after. The tuberiferous axis set on at germination rise in number till the onset of bulking. The longitudinal individualisation of the distal tuberizing zone is very fast and ends before the widening of this zone.

A good part of these evolutions seems to be linked with the seasonal ecology and specifically with photoperiod.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 404-412, 1977.

ETUDES SUR LA RESPIRATION DU TUBERCULE DE L'IGNAME
VARIATIONS LIEES A L'INFECTION PAR *PENICILLIUM OXALICUM*

G. DUCET(°)

INTRODUCTION

La respiration du tubercule d'Igname *(Dioscorea)* est réputée être plus élevée que celle du tubercule de pomme de terre *(Solanum tuberosum)* COURSEY et al 1966. Bien que peu de travaux aient été réalisés sur ce sujet, il est évident que les pertes massives qui surviennent au cours de la conservation des tubercules sont dues en grande partie à la respiration.

Quelques études de la respiration ont été publiées, montrant dans certains cas un accroissement considérable lié à une infection des tubercules, COURSEY et RUSULL, 1969. Ces infections gênent considérablement la conservation de *Dioscorea trifida*, par contre celle de *D. alata* et de *D. cayenensis* ne semble pas être gênée par ces pathogènes.

Nous avons étudié l'action de *Penicilium oxalicum* sur la respiration de *D. trifida* après une infection provoquée mais nous avons préalablement suivi le comportement respiratoire de divers *Dioscorea* après la récolte.

MATERIEL ET METHODES

Trois espèces d'igname ont été étudiées :

1 - Dioscorea trifida

. variété INRA 5.20 parent mâle (o)
. variété INRA 2. 104 parent femelle (ρ)
. des hybrides obtenus à partir de ces parents.
La dénomination des hybrides comporte 3 groupes de chiffres.

1° groupe = première année de culture et de sélection
2° groupe = numéro d'ordre du croisement
3° groupe = numéro de classification des différents hybrides d'une même descendance.

2 - Dioscorea alata

. variétés Lupias, Florido, Paccala et Belep

3 - Dioscorea cayenensis

. variétés V24/4 et V17/2

Toutes ces variétés ont été cultivées et récoltées à la Station d'Amélioration des Plantes de l'INRA (C.R.A.A.G. Guadeloupe). Elles ont été systématiquement traités au Benomyl dès la récolte et conservées à température ambiante ou en chambre climatisée (environ 16° C)

La respiration a été appréciée par mesure du dégagement de CO_2 (Analyseur IR Cosma, Paris) à 25°C dans des chambres d'assimilation (type Chartier) fonctionnant en circuit fermé. Deux trois ou quatre tubercules de *D. trifida* ont été étudiés ensemble, représentant un poids de matière fraîche (M.F.) de 120 à 250 g.

Pour les variétés à gros tubercules *(D. alata* et *D. cayenensis)* nous avons choisi des échantillons pouvant entrer dans la chambre d'assimilation (poids maximum 600 g). Il a été tenu compte du volume du tubercule pour calculer la quantité de CO_2 dégagé. La valeur est exprimée en mg CO_2/h/kg.

Pour les études de respiration, les tubercules ont été conservés dans un local dont la température a oscillé autour de 25°C (22°C à 26°C) pendant la durée des expériences (8 semaines). Les infections par *Penicillium oxalicum* ont été faites sur des coupes réalisées près de la "tête" partie proximale des tubercules par poudrage avec des spores de *Penicillium* en culture sur Agar. La dessication des coupes a été partiellement évitée en replaçant en capuchon le petit fragment coupé. La surface des coupes a parfois été mesurée par planimétrie.

RESULTATS ET DISCUSSION

1 - Comportement respiratoire des variétés

Le tableau I donne semaine par semaine l'évolution de la respiration des tubercules de *D. trifida*, variétés INRA 2.104 (parent femelle), INRA 5.20 (parent mâle) et quelques hybrides. Les évolutions de poids frais et leurs variations (en pourcentage) sont également indiquées. Les tubercules ont été récoltés le 6.4.77. après une notation (dessication du feuillage) qui qualifie généralement la maturation. Il ressort nettement des résultats que 7 jours après la récolte, la respiration est élevée et décroît fortement pendant la 1° semaine puis encore la semaine suivante. La respiration est à peu près stable à partir du 25 avril (4 semaines après la récolte). Pour d'autres tubercules de la variété 5.20, laissés en terre et arrachés le 21 avril, la respiration mesurée le 23 avril est comparable à celle des tubercules "stabilisés".

Quelques valeurs élevées subsistent dans le tableau à partir du 25 avril : elles correspondent toujours à la présence d'un tubercule infecté soit par *Penicillium oxalicum* soit par *Rhizopus nigricans*.

Les autres espèces d'Ignames étudiées récoltées plus tôt, ont des intensités respiratoires faibles (tableau II). La baisse générale enregistrée le 25 avril correspond à une température basse (autour de 22°) de la chambre de conservation.

Il résulte de ces mesures que la respiration de l'Igname n'est pas particulièrement intense et qu'elle est du même ordre, peut-être légèrement supérieure à celle admise en moyenne pour la Pomme de terre (*Solanum tuberosum* : 5 mg CO_2/h/kg).

2 - Essai d'infection artificielle

1 - sur *D. trifida*

Les essais d'infection ont été uniquement réalisés sur la variété INRA 5.20 ; la respiration a été suivie jour par jour. Le tableau III montre l'évolution de la respiration de 4 lots de 4 tubercules dont 2 ont été infectés le 26 avril à 16h30.

Tableau 1 : Evolution du poids frais (en g) et de l'intensité respiratoire (en mg de CO_2 dégagé par heure et par kg de poids frais) des tubercules de *Dioscorea trifida* au cours du temps perdant un mois. Les tubercules ont été récoltés le 6 avril 1977.

Variétés	13/4/77		18/4/77		25/4/77		2/5/77		9/5/77		16/5/77	
	Poids g	%	Q Co_2 mg/h/k	Poids g	%	Q Co_2 mg/h/k	Poids g	%	Q Co_2 mg/h/k	Poids g	%	Q Co_2 mg/h/k	Poids g	%	Q Co_2 mg/h/k	Poids g	%	Q Co_2 mg/h/k
INRA 5.20	317	100	27.8	310	98	18.6	301	95	12	293.5	92.5	12.2	289	91.1	11.8	279	88	9.4
INRA 2.104	314	100	51.0	306	97.4	35.8	286	94.3	16.6	291.3	91.2	17.2	255	81.4	17.4	249.4	79.4	16.6
Hybrides																		
75.1-5	224	100	52	217	97	32	211	94	14.6	206	92	12.6	202.2	90.2	15.4	197	88	12.6
74.106	380	100	66	370.5	97.5	38	360.5	95	21	352.7	93	18.8	349.4	92	15.8	342	90	12
75.1.303	190	100	50	184.7	97.2	32.6	178.3	94	16,8	175.1	92.1	17.2	170.6	90	14	165.4	87	14.2
75.1.471	293	100	24	287.5	98.1	15.6	280.5	95.7	11,4	274	93.5	11.6	267.5	91.3	12.6	258.5	88.2	11.6

Tableau II : Evolution du poids frais (en g) et de l'intensité respiratoire (en mg de Co_2 dégagé par heure et par kg de poids frais) des tubercules de *Dioscorea alata* et *D. cayenensis* au cours du temps.

Variétés	16/4/77			25/4/77			10/5/77			16/5/77		
	Poids g	%	Q Co_2 mg Co_2 h/k	Poids g	%	Q Co_2 mg Co_2 h/k	Poids g	%	Q Co_2 mg Co_2 h/k	Poids g	%	Q Co_2 mg Co_2 h/k
Dioscorea alata												
Lupias	586	100	8,4	584	99.5	4.5	577.1	98.5	6.7	571.3	97.5	7.2
Florido	519	100	5.1	516.5	99.5	4.8	509.3	98.1	5.6	504.6	97.2	7.8
Belep	435	100	8.1	432	99.3	7.0	423.5	97.3	10.2	417.7	96	13.2
Pacala	426	100	3.9	424	99.5	2.70	420.8	99	3.4	417.8	98	3.7
Dioscorea cayenensis												
V 24/4	375	100		371	98.9	5.4	367.4	98	4.2	365.5	97.5	7.4
V 17/2	425	100	8.4	422	99.3	7.1	416.4	98	9.4	411.2	96.7	8.6

Tableau III - Evolution de la respiration chez *D. trifida*. Les lots 1 et 3 servent de témoin alors que les lots 2 et 4 ont été infectés artificiellement par *P. oxalicum* le 26 avril à 16h30. On observe l'accroissement considérable de l'activité respiratoire dès le 2° jour de l'infection

D. trifida	Poids en g	Q CO_2 en mg de CO_2/h/lot						
		23-4	24-4	26-4		27-4	28-4	29-4
lot 1	420	6,1	5,8	4,3		4,0	3,0	3,2
lot 2	382	5,7	4,6	3,6	Inf	13,8	18,8	22,0
lot 3	320	4,9	4,2	3,1		3,2	3,7	2,8
lot 4	382	6,2	5,2	4,3	Inf	13,3	17,4	21,6

La respiration augmente donc considérablement à la suite de l'infection. Cette augmentation est fonction de la surface infectée sans cependant que nous observions une proportionnalité nette.

2 - sur les autres espèces

Le tableau IV donne les résultats sur deux variétés de *D. alata*. L'augmentation de la respiration est aussi très intense, analogue à celle observée chez *D. trifida*.

Tableau IV - Evolution de la respiration chez deux variétés de *D. alata* comme chez *D. trifida* l'intensité respiratoire est très accrue après infection par *P. oxalicum*.

Tableau IV - Evolution de la respiration chez deux variétés de *D. alata*. Comme chez *D. trifida* l'intensité respiratoire est très accrue après infection par *P. oxalicum*.

D. alata variétés	Poids en g	Q CO_2 (mg CO_2/kg/h)				Surface de coupe en cm^2
		18.5.77	19.5.77	20.5.77	22.5.77	
Lupias	276	2.0	22.4	16.2	19.6	22.10
	169	1.2	9.8	8.4	10.2	13.8
	190.5	1.6	13.4	11.2	-	18.4
Florido	236.5	2.2	17.8	16.8	18.0	18.1

L'infection provoque donc un accroissement considérable de l'intensité respiratoire (mesurée par l'émission de CO_2). En outre, nous avons observé 2 à 3 jours après l'infection que des tranches de tubercules présentent en l'espace de quelques minutes une coloration brune plus ou moins intense. Cette coloration n'est pas observée sur des tranches de tubercules non infectés et doit correspondre à l'oxydation et à la mélanisation de composés phénoliques. Les colorations sont d'autant plus intense que les tubercules sont tranchés plus près de la zone infectée. Cela peut correspondre au phénomène général soit de synthèse de composés phénoliques, soit de l'activation ou d'une biosynthèse accrue de phénoloxydases (et autres ensymes) à la suite de traumatismes d'origine variée. Des recherches sont poursuivies pour connaître l'origine exacte des brunissements observés.

Pour expliquer les différences naturelles d'infectibilité des espèces de *Dioscorea*, il faut admettre que d'autres facteurs doivent donner une meilleure protection à *D. alata* et *D. cayenensis*. Des observations anatomiques non publiées de MATHURIN, laissent penser que les assises sous-corticales du tubercule d'Igname diffèrent selon les espèces. D'autre part, à la récolte, le tubercule de *D. trifida* est régulièrement rompu dans la partie proximale, ce qui n'est pas le cas chez *D. alata* et certaine *D. cayenensis*. C'est donc vraisemblablement le faible résistance mécanique de *D. trifida* qui permet à *Penicillium oxalicum* et à d'autres parasites d'infecter et d'envahir ce tubercule. Toutefois il convient de lui comparer le comportement du tubercule de consommation des *D. cayenensis* à deux récoltes dont la conservation ne doit pas être meilleure compte tenu de la section opérée également dans la région proximale. On notera que dans le cas de cette espèce la lésion est effectuée sur une plante en pleine vigueur encore puisqu'elle doit fournir la récolte de tubercules de semence, alors que chez *D. trifida* la lésion a lieu lorsque le système aérien a perdu toute sa vitalité. Ceci suggère un examen du degré d'infectibilité de tubercules des deux espèces prélevés à des époques successives de l'évolution de la plante.

BIBLIOGRAPHIE

COURSEY D.G., FELLOWS L.E. et COULSON C.B., 1966.- Respiration in yam tuber tissue. Nature 210, 1292-1293.

COURSEY D.G. et RUSULL J.D., 1969.- A note on endogenous and biodeteriorative factors in the respiration of dormant yan tubers. Inst. Biodeterioration Bull. 5, 27-30.

RICCI P. et ARNOLIN R., 1973.- Fungicidal treatment of cush-cush yam tubers useful against storage decay. 3rd Int. Symp. on Tropical Root Crops, IITA, Ibadan, Dec. 2-9, 1973.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

RESUME

La respiration du tubercule de diverses espèces d'Igname *(Dioscorea trifida, D. alata* et *D. Cayenensis)* a été mesurée. Celle de *Dioscorea trifida* a été suivie depuis la récolte et pendant 6 semaines. La maturation déterminée par le stade de dessication de la partie aérienne ne correspond pas à un minimum de la respiration du tubercule. Celui-ci est atteint au moins 3 semaines après la dessication du feuillage. Ce minimum est alors stable pendant au moins un mois et l'intensité respiratoire moyenne n'est pas élevée elle est du même ordre ou légèrement plus forte que celle généralement admise pour le tubercule de Pomme de terre *(Solanum tuberosum*. 5 mg CO_2/kg/h). *D. alata* et *D. cayenensis* ont des respirations du même ordre ou plus faible.

Après infection artificielle par *Penicillium oxalicum*, la respiration augmente considérablement pour les 3 espèces, sans que ne se manifeste une résistance significative pour l'une d'entre elles.

Il apparaît donc que la fréquence particulière chez *D. trifida* des nécroses correspondantes est liée à une fragilité du tubercule et que l'infection se réalise en rapport avec la cassure effectuée au moment de la récolte.

SUMMARY

RESPIRATION OF YAM TUBERS AND VARIATIONS DUE TO INFESTATION BY *PENICILLIUM OXALICUM*

The tuber respiration of various species of yam *(Dioscorea trifida D. alata* et *D. cayenensis)* has been studied. *Dioscorea trifida* respiration has been measured from harvest during six weeks. Maturity as drying stage of the vines does not fit in with a minimal value of tuber respiration, which is attained at least three weeks after shoot drying. This minimum keens fairly steady during at least a month and the mean respiration is similar to or a little higher than the potato tuber *(Solanum tuberosum)* respiration : 5 mg. CO_2/kg/h. *D. alata* and *D. cayenensis* have respirations of similar order or lightly lower.

After an artificial infestation by *Penicillium oxalicum*, the respiration increases strongly in the three species, without any significant resistance for anyone. Thus, it seems that the particular frequency of resulting necrosis in *D. trifida* is rather bounded to a fragility of the tuber and that infestation appears as correlated with the harvest damages.